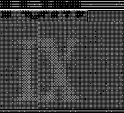
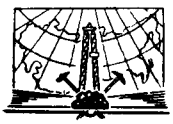
ГИДРОТЕХНИКА СССР

ТОМ IX



СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ



МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
А. В. СИДОРЕНКО

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА
Н. В. РОГОВСКАЯ, Н. И ТОЛСТИХИН, В. М. ФОМИН

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА» МОСКВА 1968

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ (ВСЕГИНГЕО)

СЕВЕРО-КАВКАЗСКОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР

ТОМ IX

СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ

(Краснодарский край, Ставропольский край,
Чечено-Ингушская АССР, Кабардино-Балкарская АССР,
Северо-Осетинская АССР, Дагестанская АССР)

РЕДАКТОР ТОМА
Н. А. ГРИГОРЬЕВ

ЗАМЕСТИТЕЛЬ РЕДАКТОРА
Н. С. ПОГОРЕЛЬСКИЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА» МОСКВА 1968

УДК 541 49(470 6)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

«ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР»

АФАНАСЬЕВ Т П
АХМЕДСАФИН У М
БАБИНЕЦ А Е
БУАЧИДЗЕ И М
ДУХАНИНА В И
ЕФИМОВ А И
ЗАЙЦЕВ Г Н
ЗАЙЦЕВ И К
КАЛМЫКОВ А Ф
КУДЕЛИН Б И
КЕНЕСАРИН Н А
МАККАВЕЕВ А А
МАНЕВСКАЯ Г А
ОБИДИН Н И
ОВЧИННИКОВ А М
ПЛОТНИКОВ Н И
ПОКРЫШЕВСКИЙ О И
ПОПОВ В Н
ПОПОВ И В
РОГОВСКАЯ Н В
СОКОЛОВ Д С
СИДОРЕНКО А В
ТОЛСТИХИН Н И
ФОМИН В М
ЧАПОВСКИЙ Е Г
ЧУРИНОВ М В
ЩЕГОЛЕВ Д И

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ IX ТОМА

ВРУБЛЕВСКИЙ М Н
ГРИГОРЬЕВ Н А
ПОГОРЕЛЬСКИЙ Н С
СУХАРЕВ Г М
ХРЕБТОВ А И
ШАГОЯНЦ С А

Гидрогеология СССР, том IX (Северный Кавказ)

В томе обобщен большой фактический материал по пресным ми неральным термальным промышленным водам лечебным грязям ин женерной геологии мелиоративной гидрогеологии Рассмотрены воп росы зональности подземных вод в зависимости от геологического строения территории Специальные главы посвящены условиям фор мирования подземных вод и палеогидрогеологии Северного Кавказа В работе впервые дается оценка естественных и эксплуатационных запасов подземных вод и приводятся соответствующие рекомендации для планирующих и директивных органов при решении конкретных задач связанных с водоснабжением орошением и др Специальная глава посвящена анализу существующего и возможного использования подземных вод в народном хозяйстве В разделе «Основные выводы и направление дальнейших исследований» рассматриваются первооче редные задачи по региональной гидрогеологии минеральным тер мальным и промышленным водам
Таблиц — 85 иллюстраций — 43 библиографических названий — 295

2-9-6

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр

Введение *Н С Погорельский* 7

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

Глава I Краткая история гидрогеологических исследований *В Н Бессонова Н А Григорьев, А И Хребтов* 10

Глава II Основные естественно исторические факторы определяющие распространение и формирование подземных вод 19

Физико географические факторы 19

Краткая геологическая характеристика Северного Кавказа *Г Д Гридьев* 30

Стратиграфия 31

Магматизм 40

Тектоника 41

Основные этапы геологического развития Северного Кавказа 43

Геоморфология *И Н Сафронов* 45

Воздействие хозяйственной деятельности человека на режим грунтовых вод *С В Щепкин, К. И Польшинский* 55

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

Глава III Описание подземных вод 60

Воды четвертичных отложений *Н С Погорельский* 60

Грунтовые воды 61

Напорные воды 77

Воды неогеновых отложений 81

Водоносные комплексы верхнеплиоценовых отложенни *Н С Погорельский, В С Котов, Г И Дейнега* 81

Водоносные комплексы среднего плиоцена *Н С Погорельский, В С. Котов, Г И Дейнега* 100

Водоносный комплекс отложений понтического яруса *Н С Погорельский, В С Котов, Г И Дейнега* 111

Водоносный комплекс отложений мэотического яруса *Ф. А Дмитриченко, В С Котов, Г И Дейнега* 115

Водоносные комплексы отложений сарматского яруса *Н С Погорельский, В С Котов Г И Дейнега* . 119

Водоносные комплексы отложений среднего миоцена *Ф А Дмитриченко, В С. Котов, Г И Дейнега* 132

Воды неоген палеогеновых отложений 137

Водоносность майкопских отложений *Ф А Дмитриченко, В С Котов, Г И Дейнега* 137

Водоносный комплекс эоцен палеоценовых отложений *Ф А Дмитриченко, В С Котов, Г И Дейнега* 146

Воды меловых отложений 157
Водоносный комплекс верхнемеловых отложений *Г М Сухарев, М В Мирошников, Ю К Тарануха* 157
Водоносный комплекс нижнемеловых отложений *Г М Сухарев, Ю К Тарануха* 175
Водоносные комплексы юрских отложений *Г М Сухарев, Ю К Тарануха* . 187
Водоносный комплекс триасовых отложений *Г М Сухарев, Ю К Тарануха* 207
Водоносные комплексы палеозойско докембрийских образований *Г М Сухарев, Ю К Тарануха* 211
Режим подземных вод *В В Лисовин* 216
Глава IV Промышленные и термальные воды *А И Хребтов, Л М Костенко Г И Адамова* . 228
Глава V Минеральные воды и лечебные грязи Северного Кавказа *Н А Григорьев* 248
Глава VI Гидрогеологические районы *Н С Погорельский, С А Шагоянц* 336
Глава VII Условия формирования и зональность подземных вод Северного Кавказа *С А Шагоянц* . 362
Глава VIII Палеогидрогеологическая схема формирования подземных вод Северного Кавказа *С А Шагоянц* 388
Глава IX Использование подземных вод в народном хозяйстве 397
Глава X Гидрогеологические условия орошаемых земель *С В Щепкин* 408
Глава XI Охрана подземных вод *Ю Ф Киселев, Н А Прищепа* 431

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

Глава XII Инженерно геологические условия *П В Царев, А И Клименко* 439
Выводы и задачи дальнейших гидрогеологических исследований *Н С Погорельский, Н А Григорьев, А И Хребтов* 470
Литература 478
Приложения

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий IX том «Гидрогеологии СССР» посвящен описанию гидрогеологии и инженерной геологии Северного Кавказа.

Рассматриваемая территория с запада омывается Азовским и Черным, а с востока — Каспийским морями, с юга граничит с Азербайджанской ССР и Грузинской ССР, с севера — с Ростовской областью и Калмыцкой АССР. В административном отношении она охватывает: Краснодарский край с Адыгейской автономной областью, Ставропольский край с Карачаево-Черкесской автономной областью, Северо-Осетинскую, Чечено-Ингушскую и Дагестанскую автономные республики. Общая площадь ее составляет 252 тыс. *км*^{2}.

Благодаря своим природным богатствам Северный Кавказ имеет большие перспективы для развития горной, нефтегазовой, энергетической, металлообрабатывающей, машиностроительной и химической промышленности, производства строительных материалов, пищевой и различных видов легкой промышленности. Особое место занимает сельское хозяйство, играющее важную роль в экономике Советского Союза.

К горной части Северного Кавказа приурочены месторождения рудных и нерудных полезных ископаемых — свинцово-цинковые (Садонское, Згидское, Холстинское, Архонское, Буронское, Эльбрусское, Тызыльское, Чочу-Кулакское), медноколчеданные (Урупское, Худесское, Бескесское), молибдено-вольфрамовое (Тырны-Аузское), железорудное (Малкинское), ртутное (Наро-Мамиссонское), полиметаллическое (Фиагдонское), каменноугольное (Хумаринское), огнеупорных глин (Красногорское) и др. В предгорной и равнинной частях эксплуатируются богатейшие месторождения нефти и газа.

Крупными промышленными центрами в пределах описываемой территории являются города: Краснодар, Новороссийск, Майкоп, Кропоткин, Ставрополь, Невинномысск, Черкесск, Прикумск, Георгиевск, Нальчик, Орджоникидзе, Грозный, Махачкала и др.

Северный Кавказ занимает одно из первых мест в Советском Союзе по богатству и разнообразию минеральных вод и лечебных грязей, используемых для бальнеологических целей, на базе которых функционируют здравницы всесоюзного значения: Сочи, Мацеста, Кисловодск, Ессентуки, Пятигорск, Железноводск и др.

Водные магистрали (реки Кубань, Терек, Самур и др.) используются для строительства гидроэлектростанций, водохранилищ с многочисленными ирригационными каналами, для развивающегося поливного земледелия и водоснабжения населенных пунктов районов, ощущающих недостаток в питьевых водах.

Плодородные черноземные и каштановые почвы Краснодарского и Ставропольского краев способствуют развитию сельского хозяйства

и дают возможность получать высокие урожаи зернобобовых и других культур. Благоприятные природные условия Прикаспийской равнины (Ставропольский край, Чечено-Ингушская и Дагестанская АССР) позволили создать круглогодичные отгонные пастбища, играющие большую роль в развитии животноводческого хозяйства.

Подземные воды Северного Кавказа являются одним из основных источников водоснабжения крупных городов (Краснодара, Ставрополя, Орджоникидзе, Грозного, Махачкалы, Нальчика, Черкесска, Новороссийска, Сочи, Кисловодска, Ессентуков, Пятигорска, Железноводска, Минеральных Вод и др.), мелких населенных пунктов, промышленных предприятий, сельскохозяйственных центров, отгонных пастбищ и частично для орошения сельскохозяйственных угодий в засушливых районах. В связи с развивающимися промышленностью и сельским хозяйством и расширением городов потребность в них увеличивается с каждым годом. Достаточно сказать, что только для целей водоснабжения ежегодно на территории Северного Кавказа различными организациями бурится более 500 скважин.

Подземные воды Северного Кавказа благодаря своему большому разнообразию служат не только источниками водоснабжения, но используются и как лечебные (минеральные воды), для целей теплофикации (термальные) и как промышленные.

В настоящее время накопился огромный фактический материал по гидрогеологии и инженерной геологии описываемой территории. Обобщение его стало задачей первостепенной важности.

Составление IX тома монографии «Гидрогеология СССР» по территории Северного Кавказа было поручено Северо-Кавказскому геологическому управлению (В. Л. Андрущук), а курирование его (от Главной редакции) — А. М. Овчинникову. Для непосредственного руководства составлением тома была утверждена редколлегия в следующем составе: ведущий редактор — Н. А. Григорьев, заместитель ведущего редактора — Н. С. Погорельский, члены редакции — С. А. Шагоянц, Г. М. Сухарев, М. И. Врублевский, А. И. Хребтов.

В монографии отражены материалы по гидрогеологии и геологии Северного Кавказа по состоянию на 1/I 1964 г. При этом учтены современные методики по оценке естественных и эксплуатационных ресурсов подземных вод, а также гидрогеологическому и инженерно-геологическому картированию, разработанные ВСЕГИНГЕО, МГУ и другими научно-исследовательскими институтами. Монография содержит 10 глав (авторы их указаны в оглавлении), из которых три — «Ресурсы подземных вод», «Существующее и возможное использование подземных вод в народном хозяйстве», «Гидрогеологические условия месторождений полезных ископаемых» — изданы отдельным приложением. Она иллюстрируется большим количеством различных карт, разрезов, графиков, при составлении которых использованы новейшие материалы по геологии и гидрогеологии Северного Кавказа.

Сбор фактических материалов, выполнение различных табличных приложений, графиков и другие вспомогательные работы производились коллективом Тематической гидрогеологической партии под руководством начальника партии Н. С. Погорельского.

Том составлен под непосредственным руководством и при творческом участии сотрудников ВСЕГИНГЕО отдела «Гидрогеология СССР». Редакция тома считает своим долгом выразить особую признательность заместителю Главного редактора монографии Н. В. Роговской, много сделавшей для повышения научного уровня тома. Многими ценными советами и предложениями по региональной гидрогеологии

Северного Кавказа редакция обязана заместителю Главного редактора монографии «Гидрогеология СССР» Н. И. Толстихину.

Большую помощь в окончательном редактировании графических приложений и текста оказали члены Рабочей комиссии Д. С. Соколов, А. А. Маккавеев, А. С. Рябчинский, Г. А. Маневская, Л. А. Яроцкий, Н. Н. Биндеман, И. М. Цыпина, М. В. Чуринов и др. Редакция монографии выражает признательность также С. А. Шагоянцу и рецензентам В. И. Духаниной и И. Я. Пантелееву за сделанные ими весьма ценные замечания, которые были учтены при окончательном редактировании тома.

Предлагаемая монография не является справочником по всем вопросам гидрогеологии и инженерной геологии Северного Кавказа. В ней отражены лишь главнейшие сведения по наиболее важным проблемам. Редакция и авторский коллектив сознают, что при обобщении столь обширного фактического материала и необходимости изложить его сжато неизбежны различная степень детальности освещения рассматриваемых вопросов и другие недочеты. Однако это не исключает необходимости периодического составления подобных сводок, позволяющих более широко использовать подземные воды в народном хозяйстве.

Часть первая

Глава I

●

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Первые сведения о подземных водах Северного Кавказа относятся к началу XVIII в. и связаны они с изучением минеральных источников. Во второй половине XIX в. в связи с открытием месторождений нефти гидрогеологические исследования приобретают более широкий размах.

К числу наиболее важных опубликованных работ дореволюционного периода по изучению минеральных источников относятся работы: И. А. Гюльденштедта (1809), П. С. Палласа (1793), Ф. П. Гааза (1811), А. П. Нелюбина (1825), Ф. Конради (1831), А. Першина (1835), Г. Абиха (1852—1874, 1886), Ф. А. Баталина (1861), С. А. Смирнова (1864—1884), Г. Струве (1868), Ф. Кошкуля (1871), А. И. Незлобинского (1874—1895), Л. Дрю (1884), И. В. Мушкетова (1885), С. И. Залесского (1896), К. Ф. Ругевича (1896), А. Коншина (1899), Э. Э. Карстенса (1909—1929), К. И. Богдановича (1910), А. Н. Огильви (1911—1917), А. П. Герасимова (1911—1948), Е. М. Юшкина (1915—1916), Н. Н. Славянова (1915—1917), А. С. Ермолова (1916), Я. В. Лангвагена (1910—1917) и др.

Особо следует отметить роль Германа Абиха в изучении геологии и гидрогеологии Северного Кавказа, с именем которого связано первое обстоятельное геолого-гидрогеологическое описание района КМВ и некоторых минеральных источников в Дагестане. Именно он дал впервые по району КМВ научное обоснование генетической связи минеральных и термальных источников региона с дизъюнктивными тектоническими нарушениями.

В работах А. А. Иностранцева (1895), А. Х. Григорьева, А. А. Штакмана (1903), К. П. Калицкого (1906), А. Д. Стопневича (1911), Б. Н. Бибикова (1914), А. П. Иванова (1915), С. А. Гатуева (1913, 1915) опубликованы некоторые данные о грунтовых и артезианских водах. В начале XX в. Геологический комитет приступает к планомерному изучению минеральных вод России. Так, начиная с 1907 г. проводятся систематические геологосъемочные работы в районе КМВ под руководством выдающегося геолога кавказоведа А. П. Герасимова при участии А. Н. Огильви, В. П. Ренгартена, К. Н. Паффенгольца. В последующие годы А. Н. Огильви производил разведочные работы в Кисловодске, Ессентуках и Пятигорске, Я. В. Лангваген — в Ессентуках, Н. Н. Славянов — в Железноводске. Исследования дали практические результаты.

Второй период в истории гидрогеологического изучения Северного Кавказа начинается с 1917 г.

С этого времени производится систематическое геологическое и гидрогеологическое картирование, сопровождаемое бурением скважин. Это картирование постепенно охватило почти всю территорию Северного Кавказа. Большой размах приобрели гидрогеологические изыскания для целей водоснабжения и гидротехнического строительства. Раз-

ведуются месторождения минеральных вод на действующих курортах, изучается обводненность месторождений полезных ископаемых, начаты большие работы по разведке промышленных и термальных вод. Кроме того, проводятся большие тематические и научно-исследовательские гидрогеологические работы, в результате которых составлен ряд монографий по пресным, минеральным, промышленным и термальным водам Северного Кавказа.

Работы эти в основном выполнялись следующими организациями: Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидрогеологии и инженерной геологии, Северо-Кавказским и Волго-Донским геологическими управлениями, Академией наук СССР, Пятигорским бальнеологическим институтом и курортными управлениями, Всесоюзным гидрогеологическим трестом, Северо-Кавказской экспедицией «Союзгеокаптажминвод», нефтяными производственными и научно-исследовательскими организациями, Пятигорским филиалом «Южгипроводхоз» и буровыми конторами различной ведомственной подчиненности.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЕМКА И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение общих гидрогеологических условий территории Северного Кавказа с целью решения вопросов водоснабжения проводилось посредством рекогносцировочного гидрогеологического обследования, гидрогеологических съемок, а также бурения скважин на воду.

Впервые рекогносцировочные гидрогеологические исследования в Ставрополье, Черкессии, Кизлярском округе были проведены Д. Л. Ивановым (1925, 1926), С. А. Гатуевым (1925), В. В. Седельщиковым (1926), А. В. Дановым (1926), Н. А. Григорович-Березовским (1926). В эти же годы Геологический комитет приступает к планомерной съемке равнинной части Предкавказья. В. П. Колесников (1932) производит геологическое и гидрогеологическое картирование территории листа Г-3 и северной части листа Г-4 пятиверстной карты Кавказа. Аналогичные исследования были выполнены С. А. Гатуевым для территории листа Д-3.

В период 1927—1928 гг. Северо-Кавказским отделением Геологического комитета был выполнен большой объем гидрогеологических исследований в связи с изысканиями источников для улучшения водоснабжения сельских населенных пунктов и крупных промышленных предприятий Северного Кавказа.

Так, Г. И. Поповым (1928, 1929, 1934) изучены гидрогеологические условия восточной части Горной Чечни и Черкессии; Г. И. Кириченко (1927—1928) — территории западной части Нагорной Чечни, Туркменского и Дивненского районов; М. С. Прошиным (1927—1928) — Левокумского, Ставропольского и Арзгирского районов; И. Н. Ситковским (1927, 1928) — Моздокско-Степновского и Невинномысского районов; Д М. Павленко — плоскостной части территории Чечни и т. д.

В 1927—1928 гг. Н. А. Григорович-Березовским были опубликованы материалы по гидрогеологии восточной части Северо-Осетинской АССР и Грозненской области (район Передовых хребтов), а также западной части Дагестанской АССР.

В 1929 г. была издана работа П. Н. Чирвинского, представляющая собой сводку материалов по подземным водам бассейнов Терека и Кумы и не утратившая своего значения до настоящего времени. С. А. Гатуевым (1932) составлен гидрогеологический очерк Моздокской степи, где автор впервые отмечает наличие мощной водоносной толщи древнеаллювиальных отложений в долине Терека. В работе Г. И. Попова приведено описание водоносности юрских, меловых, третичных и

четвертичных отложений Черкессии. М. Ф. Двали (1941) было высказано предположение о возможности получения напорных вод из верхнемиоценовых отложений Алханчуртской долины. В период 1930—1934 гг. проводились гидрогеологические исследования на территории Дагестанской АССР. В работах И. И. Чеботарева (1932—1934), С. А. Гатуева (1932), О. П. Рисс (1930), В. Н. Батыгина (1931), А. Г. Шуб (1932) приводятся сведения о грунтовых и артезианских водах древнекаспийских и апшеронских отложений. Гидрогеология территории Терского округа, дельты р. Терека, Терско-Кумского артезианского бассейна и междуречья Калауса и Кумы была описана Н. Иванченко (1933), А. Д. Белым (1931), М. В. Седенко (1934), Н. В. Думитрашко и Л. Г. Каманиным (1932).

Период с 1935 по 1943 г. характеризуется усилением работ по дальнейшему изучению гидрогеологических условий Ставрополья, Краснодарского края, Дагестанской республики, Предкавказья, Черкессии, междуречья Терек—Сунжа и в целом территории Северного Кавказа. К этому времени относятся работы: С. А. Гатуева, И. И. Чеботарева, С. М. Ильинского, В. Н. Кондрашова, И. П. Рыкова, П. Д. Гончарова, В. Н. Куликова, М. В. Седенко, Н. А. Григорович-Березовского, Н. Г. Концевича и Н. И. Кононова.

Значительным шагом вперед явилось составление Северо-Кавказским и Азово-Черноморским геологическими управлениями сводных гидрогеологических карт и пояснительных записок к ним, при участии большого коллектива авторов, под руководством С. А. Гатуева, С. А. Шагоянца, Н. С. Погорельского и Г. Н. Родзянко.

Наиболее широкий размах гидрогеологические исследования на территории Северного Кавказа получают в послевоенный период. Начиная с 1945 г. Северо-Кавказским и Азово-Черноморским геологическими управлениями проводятся работы по планомерному комплексному геолого-гидрогеологическому *картированию*, сопровождаемые большим объемом буровых работ. Кондиционное гидрогеологическое картирование проведено на площади 118810 *км*², что составляет 46% от площади всей территории Северного Кавказа. В частности, в данном масштабе заснята площадь Краснодарского и Ставропольского краев и восточная половина Дагестанской АССР.

В результате проведенных исследований в равнинной части территории были изучены водоносные горизонты четвертичных, неогеновых, палеогеновых и в меньшей степени меловых отложений до глубины 700—800 *м*, а также водоносные горизонты меловых, юрских и палеозойских пород горной ее части. Для закартированных территорий освещены вопросы водоснабжения. Результаты исследований изложены в работах следующих авторов: Н. Т. Анисимовой, Г. Н. Родзянко, И. Г. Федотова, М. И. Шурловой, Г. В. Дейно, Н. И. Гаврилова, Г. М. Богарсуковой, П. Г. Германова, В. И. Дудукина, М. Г. Шпильного, В. А. Шмырина, Ф. И. Нищерет, В. С. Цховребова и Л. В. Сыса.

Некондиционное гидрогеологическое картирование проведено на площади 92 700 *км*², что составляет 37% от всей площади Северного Кавказа. В объяснительных записках к картам охарактеризованы первые от поверхности водоносные горизонты, в большинстве своем содержащие минерализованные воды, непригодные для водоснабжения. Нижележащие водоносные горизонты не изучены. Съемкой данного масштаба покрыта площадь северной и южной частей Краснодарского края, центральной части Ставрополья и большей части горных областей территории Северного Кавказа. Авторами гидрогеологических карт, составленных в период с 1945 по 1959 г., являются: Е. М. Ковалев,

С. Н. Коптелова, И. И. Ермиченко, В. И. Подгородниченко, Е. И. Водяницкая, П. Д. Гончаров, З. И. Шульгина, Г. З. Марташвили, В. А. Шмырин, М. Г. Шпильной, А. Н. Савостина.

Среднемасштабное гидрогеологическое картирование проведено на площади 9180 *км*². Некондиционной съемкой охвачена территория района Кавказских Минеральных Вод, Черных земель и всей полосы палеоген-неогеновых отложений предгорий и Прикаспийской низменности (от железной дороги на севере до р. Самур на юге). По району КМВ работа проведена А. М. Овчинниковым и Н. П. Костенко (1944—1945 гг.), которыми для значительной территории составлено подробное описание водоносности мезо-кайнозойских образований и минеральных источников. В 1954—1955 гг. в районе Черных земель Г. М. Богарсукова проводила работы по поискам линз пресных вод. В результате проведенных исследований на площади 254 *км*² были подсчитаны эксплуатационные ресурсы грунтовых пресных вод и вод с повышенной минерализацией.

Начиная с 1960 г. Дагестанской экспедицией СКГУ были начаты работы по бурению гидрогеологических скважин, в результате чего установлено наличие высокодебитных и высоконапорных водоносных горизонтов в пределах Буйнакской, Экибулакской и Катынтаусской синклиналей, Новолакского и Дербентского моноклинальных склонов.

Крупномасштабное гидрогеологическое картирование проведено на площади 5010 *км*², причем отвечают кондициям данного масштаба карты для площади 2790 *км*². Последние выполнены по району Кавказских Минеральных Вод, по Черноморскому побережью Кавказа (между с. Лазаревское и г. Туапсе) и по районам Новороссийска и Нальчика.

Н. А. Григорьевым и В. Н. Бабенко (1948, 1956) составлены крупномасштабные геологические и гидрогеологические карты для центральной (прилакколитовой) части района КМВ и дано монографическое описание геологии и гидрогеологии его.

В период с 1946 по 1947 г. М. В. Усковым произведено комплексное исследование восточной и западной частей Таманского полуострова, охарактеризованы водоносные горизонты от палеогена до четвертичных включительно и описана существующая система водопользования.

В 1946—1947 гг. С. А. Шагоянцем была составлена монография «Подземные воды центральной и восточной частей Северного Кавказа и условия их формирования», изданная в 1959 г. В ней на современном уровне знаний обобщены все имевшиеся на указанный период данные по подземным водам региона и рассмотрены условия их формирования. Большое внимание в работе уделяется характеристике условий водоснабжения описываемой территории и впервые дано палеогидрогеологическое описание ее.

К. А. Биячуевым (1947) составлена сводная работа по гидрогеологии Дагестана, в которой дана характеристика водоносности мезо-кайнозойских образований, приведены схема гидрогеологического районирования и некоторые данные по минеральным источникам.

С 1949 по 1956 г. в пределах Северного Дагестана проведены большие работы по разведке и оконтуриванию Северо-Дагестанского артезианского бассейна и изучению динамики, химизма и режима его подземных вод. Эти работы выполнены Г. В. Долговым, Р. В. Медведевой и С. С. Мирзоян (1949—1953). В сводной работе Г. И. Дейнега и А. Н. Савостиной (1956) в свете последних данных обобщены материалы по гидрогеологии Дагестанской АССР. С. А. Шагоянцем (1950) описаны апшеронский и древнекаспийский водоносные горизонты северной (плоскостной) части Грозненской области.

В период с 1946 по 1953 г. опубликованы работы С. А. Гатуева, С. А. Шагоянца (1946, 1948—1949), Н. А. Ефимова (1948), М. И. Врублевского (1953) и А. Н. Семихатова (1948), касающиеся общих гидрогеологических условий и вопросов формирования подземных вод территории Северного Кавказа.

В этот же период вышли из печати монографии Г. М. Сухарева (1947, 1954), в которых на основании огромного фактического материала дана детальная характеристика подземных вод Терско-Дагестанской нефтегазоносной области и рассмотрены условия их формирования.

В период с 1955 по 1959 г. Северо-Кавказской гидрогеологической экспедицией Всесоюзного гидрогеологического треста, а затем Волго-Донским геологическим управлением составлены сводные мелкомасштабные обзорные гидрогеологические карты почти для всей территории Северного Кавказа. Работы эти выполнены: Н. Г. Бирюковой, В. С. Бондаренко, К. А. Биячуевым, В. И. Дудукиным, В. И. Подгородниченко и Г. В. Дейно (1955—1959).

Северо-Кавказским геологическим управлением начиная с 1958 г. составлен ряд сводных работ по подготовке к изданию кадастра подземных вод. Кроме того, почти для всей рассматриваемой территории составлены специализированные среднемасштабные гидрогеологические карты, имеющие большое народнохозяйственное значение для перспективного планирования и решения вопросов промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения. Авторами этих работ, выполненных в период 1959—1962 гг., являются: О. А. Чепурина, Р. Т. Козикова, Ф. А. Дмитриченко, В. А. Дукмасова, Ю. Н. Копецкий, Н. С. Погорельский, И. Н. Гавриленко, В. Н. Динабург, Л. Н. Корватовская, И. Я. Минаева, А. И. Череповская и Л. В. Сыса.

Для территории Ставропольского и Краснодарского краев, Кабардино-Балкарской и Северо-Осетинской АССР В. И. Блажковым, В. С. Котовым, В. А. Дукмасовой, Р. Т. Козиковой, М. Л. Грековой и О. А. Чепуриной в 1962 г. составлены гидрогеологические очерки, в которых, кроме описания гидрогеологических условий территории, приведена и ее инженерно-геологическая характеристика.

По литературным данным и результатам полевых обследований всех существующих водозаборов, проведенных СКГУ в период с 1960 по 1962 г., для территории Северного Кавказа составлена сводка по региональной оценке эксплуатационных ресурсов подземных вод. Оценка ресурсов произведена для наиболее перспективных водоносных горизонтов: в Азово-Кубанском артезианском бассейне — для верхнеплиоценового, куяльницкого, киммерийского, надпонтического, понтического и сарматского; по Ставропольской возвышенности — для сарматского, акчагыльского, апшеронского; в Терско-Кумском артезианском бассейне — для четвертичного и апшеронского; в области Передовых хребтов — для четвертичного, апшеронского, акчагыльского, мэотического; в области предгорий — для четвертичного, апшеронского, акчагыльского, киммерийского, чокракского, сарматского и нижнемелового. Работы выполнены: Н. Г. Волковой, А. А. Погосовым, В. А. Дукмасовой, В. И. Кашиным, З. П. Никандровой, В. П. Руничем и М. И. Шпильным.

В этот же период Северо-Кавказской гидрогеологической станцией ВСЕГИНГЕО (Полевой и Русяев, 1962) проведена оценка эксплуатационных запасов подземных вод для апшеронского водоносного комплекса в районе Озек-Суатской нефтепромысловой площади. По степени изученности подсчитанные ресурсы отнесены к категориям В и C_1.

Гидрохимия. Систематические гидрохимические исследования начали проводиться с 1947 г. в основном на площадях развития нефтяных и газовых месторождений, а также при изучении минеральных вод.

Авторами работ, написанных в период с 1947 по 1962 г., являются: В. С. Котов, В. С. Лащенов, М. П. Габанет, И. М. Меликова, Т. Ф. Губина, А. Г. Гарбузова, В. Н. Корценштейн, С. И. Горлов, М. С. Коган, М. В. Мирошников, К. Н. Платонов, Г. М. Сухарев, В. М. Николаев, М. Е. Альтовский, Н. К. Игнатович, Г. А. Салажева и В. В. Гецеу. Гидрохимические данные использовались для сравнительной оценки перспектив нефтегазоносности отдельных районов.

Минеральные воды. Гидрогеологические исследования с целью изучения минеральных вод достигли большого размаха в советский период, когда в нашей стране стало бурно развиваться курортное строительство. Так, уже в 1920 г. выходит первая сводная работа по минеральным водам России А. П. Герасимова, в которой большое внимание уделено характеристике минеральных источников Кавказа.

На курортах Кавмингруппы Пятигорским бальнеологическим институтом, Северо-Кавказским геологическим управлением и экспедицией «Союзгеокаптажминвод» ведутся в больших объемах поисково-разведочные работы с целью увеличения эксплуатационных ресурсов месторождений минеральных вод, изучения их режима, динамики и наиболее оптимальных условий эксплуатации.

Систематическое региональное изучение минеральных вод Северного Кавказа в целом проводится Северо-Кавказским геологическим управлением. В 1940 г. Н. А. Григорьевым и А. И. Черницовым было завершено составление монографии «Минеральные источники Северного Кавказа и их гидрогеологическое районирование». В этой работе дана количественная и качественная характеристика минеральных вод Северного Кавказа, рассмотрены условия формирования, закономерности пространственного их размещения, а также выделены районы для первоочередного курортного строительства.

В 1939 г. для изучения района КМВ была организована комплексная экспедиция, в которой приняли участие Бальнеологический институт, «ВСЕГИНГЕО» и Радиевый институт АН СССР. Этой экспедицией проведены широкие комплексные работы по изучению геологии, гидрогеологии и радиологии этого обширного и сложного региона. В исследованиях приняли участие: Е. В. Милановский, Н. С. Шатский, М. В. Муратов, Н. И. Николаев, В. Н. Павлинов, А. М. Овчинников, Ф. А. Макаренко, В. Ф. Кузьмин, И. Е. Старик, А. Н. Бунеев, А. И. Силин-Бекчурин, С. А. Шагоянц, Н. С. Погорельский, Н. А. Гвоздецкий, И. И. Володкевич, И. И. Кобозев, В. А. Покровский, А. Л. Шинкаренко, Д. С. Николаев и Н. П. Коростелев. К 1940 г. экспедицией было закончено составление среднемасштабной гидрогеологической карты для всего района Кавказских Минеральных Вод, послужившей основой для проведения разведочных работ на курортах, и дано обстоятельное гидрогеологическое и радиогеологическое описание его.

Изучению гидрогеологии отдельных месторождений минеральных вод и закономерностей их распространения и формирования посвящен ряд работ А. М. Овчинникова, А. И. Черницова, Я. В. Лангвагена, Н. Н. Славянова, Ф. А. Макаренко, Н. К. Игнатовича, В. Л. Августинского, В. А. Покровского, А. А. Иовдальского, Н. А. Григорьева, И. Я. Пантелеева, В. М. Куканова и др.

С 1948 по 1954 г. под руководством и при участии Ф. А. Макаренко изучались условия формирования месторождений минеральных вод района КМВ и геотермические особенности его.

После Великой Отечественной войны на площадях действующих курортов Северного Кавказа продолжалась разведка периферийных частей месторождений минеральных вод с применением уже глубокого бурения, длительных опытных гидрогеологических работ, а также геофизических методов исследований (электроразведка, магнитометрия).

К настоящему времени для основных месторождений минеральных вод района КМВ составлены сводные работы и для большинства из них ГКЗ утверждены эксплуатационные запасы (Н. С. Погорельский и С. А. Шагоянц; А. И. Силин-Бекчурин; И. И. Володкевич и Ф. А. Макаренко; И. Е. Бодунов-Скворцов, И. Я. Пантелеев, Н. А. Сантуржан и В. Л. Августинский; А. А. Иовдальский и Д. М. Новичихин).

Северо-Кавказским геологическим управлением в период с 1959 по 1961 г. в районе КМВ пробурено 80 поисково-разведочных скважин на минеральную воду (научный руководитель Н. С. Погорельский). В результате проведенных работ были выявлены новые участки распространения углекислых вод: Кумский, Подкумский, Ольховский, Эшкаконский, Каменномостский, Малкинский (И. Л. Лумельский, А. А. Минко, В. И. Бевзик.

В 1963 г. Н. С. Погорельским составлена монография «Углекислые воды Большого района КМВ», в которой описаны геологические и гидрогеологические условия рассматриваемой территории, а также дана характеристика месторождений минеральных вод, рассмотрены вопросы генезиса последних и намечены перспективы дальнейшего их изучения.

Минеральным водам Северного Кавказа, помимо указанных, посвящено весьма значительное количество мелких опубликованных и еще больше — неизданных работ.

Мелиорация. Гидрогеологические исследования для гидротехнических целей проводились в связи с проблемой обводнения засушливых районов Северного Кавказа.

Исследования проведены по трассам Невинномысского, Кубань-Калаусского, Егорлык-Калаусского, Право-Егорлыкского и Терско-Кумского оросительных каналов, а также на площадях Краснодарского, Темижбекского и других водохранилищ.

Результаты работ изложены в отчетах: С. В. Щепкина, В. С. Жеваго, М. В. Седенко, С. А. Шагоянца, М. А. Кретовой, А. М. Верте, Г. И. Попова, К. К. Пушкина, И. Г. Дурнева, Н. И. Горбачева, Д. Ф. Понеделкова, А. М. Князева, С. П. Соколовского, И. П. Мешкова, Ю. И. Шпильберг и др.

Инженерная геология. Планомерные инженерно-геологические работы на значительных площадях с производством инженерно-геологических крупномасштабных съемок начали проводиться с 1950 г. Черноморской оползневой станцией Всесоюзного гидрогеологического треста и с 1958 г. — Северо-Кавказским геологическим управлением и Северо-Кавказским отделением Лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР.

По территории Сочи-Мацестинского района составлена дежурная оползневая карта с отражением на ней выявленных оползней. Проведена инженерно-геологическая крупномасштабная съемка на площадях юго-западного склона горы Бытхи, бассейнов рек Мамайки и Кудепсты, на площади от Кудепсты до Адлера (Витман, Гаврилов, Иващенко, 1945, 1946; Горохов, 1946; Гаврилов, Корженевский, 1947; Ивченко, 1947—1948; Бабкин, Витман и др., 1948; Балеева, 1951; Пустыльник, 1958—1960).

В 1934—1940 гг. выполнены сводные работы по инженерно-геологической характеристике районов КВМ, городов Ставрополя, Орджо-

никидзе, Краснодара, Нальчика (Шагоянц, 1939; Ткачев, 1940; Пламеневский, 1936; Мечковский, 1953). Составленные при этом инженерно-геологические карты являются схематичными.

В период с 1958 по 1961 г. под руководством Н. А. Моисеева (1958—1961) на территории Ставрополя, Невинномысска, Георгиевска, и Нальчика была проведена крупномасштабная инженерно-геологическая съемка, сопровождаемая большим объемом разведочных и лабораторных работ. В результате этих работ были составлены карты инженерно-геологического районирования.

Гидрогеология месторождений полезных ископаемых. Гидрогеологические работы с целью изучения рудничных и шахтных вод в основном проведены на площадях эксплуатируемых, разведанных и подготовленных к эксплуатации месторождений полезных ископаемых. Изучались также вопросы водоснабжения существующих и запланированных горных предприятий с составлением крупномасштабных гидрогеологических карт. Гидрогеологические условия Малкинского железорудного, Картджюртского каменноугольного, Красногорского огнеупорных глин, Муштинского полиметаллического месторождений описаны В. Н. Бессоновой; Тызыльского полиметаллического месторождения — К. Ф. Орфаниди и В. Н. Бессоновой; Худесского и Урупского месторождений медных руд — соответственно Л. И. Сальниковым и Н. М. Прокофьевой, Хумаринского каменноугольного — Н. С. Погорельским. Гидрогеологические условия Фиагдонского, Садонского и Згидского полиметаллических и Тырны-Аузского вольфрамо-молибденового месторождений описаны в работах: А. В. Аполлонова и др. (1961), А. Ф. Новикова (1951), Т. И. Почернина (1945), В. И. Кашина (1955), В. Ф. Бочкарева и Э. Л. Кобленц (1958).

Режим подземных вод. Изучение режима подземных вод рассматриваемой территории начато в 1946 г. Северо-Кавказской гидрогеологической станцией СКГУ. В 1951 г. эти работы были продолжены Северо-Кавказской государственной гидрогеологической станцией Всесоюзного гидрогеологического треста. Северо-Кавказским геологическим управлением с 1958 г. организованы наблюдения за режимом подземных вод в Краснодаре и Новороссийске. В период с 1961 по 1964 г. Северо-Кавказским отделением Лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР изучался режим грунтовых вод некоторых участков пойменных земель в долине р. Кумы и Терско-Кумского междуречья. На площади Терско-Кумского артезианского бассейна наблюдения проводились за режимом древнеаллювиального, апшеронского, акчагыльского и среднесарматского водоносных горизонтов, а на остальных территориях — за грунтовыми водами. Результаты наблюдений освещены в работах: К. Ф. Орфаниди, Н. С. Погорельского, С. А. Шагоянца, И. Г. Кривохижина, Т. А. Лопухиной, Ю. И. Шпильберг, Г. С. Образцовой, В. А. Ереминой, К. П. Мороз, В. М. Кондратьевой, Т. И. Бушеленковой, С. П. Соколовского, Г. С. Солопова, Е. Ф. Вознесенской и А. Е. Солоповой.

Промышленные воды. О содержании ценных микроэлементов в подземных водах Северного Кавказа в дореволюционный период имелись сведения лишь по территории Западного Предкавказья.

Геологоразведочные работы на поиски йодо-бромных вод (в лечебных целях) впервые были проведены в 1927 г. в районах Горячего Ключа и Соленого Яра (Игнатович, Палей, Славянов, 1927). Изучению характера распространения бора и некоторых других полезных элементов и соединений в водах грязевых вулканов Западного Предкавказья

посвящены работы С. П. Попова (1930), А. А. Гуляевой (1939), Е. С. Иткиной (1939), В. Г. Загураева и А. В. Осинского (1955).

Полезные микрокомпоненты в минеральных водах источников Западного Предкавказья получают освещение в работах преимущественно описательного характера: В. В. Барзиловича (1937), Н. К. Степанова (1952, 1953), Т. Ф. Стойнова (1957), В. М. Куканова (1956).

Вопросам получения из подземных вод микрокомпонентов и в первую очередь йода и брома посвящены работы И. Т. Левкина (1947), В. Д. Лащенова (1948, 1949), В. И. Барановой и К. Ф. Богородского (1949), В. М. Куканова (1950), В. С. Котова (1950) и Н. В. Овчинникова (1960).

С развитием геологоразведочных работ на нефть в Южном Дагестане появились первые сведения о высоком содержании йода и брома в подземных водах этого района. В. Т. Малышек (1928) обосновала возможность промышленного извлечения йода, брома, хлористого натрия и других солей из вод нефтяных месторождений.

Для добычи йода и брома на Берикейской площади в 1930—1931 гг. пробурены две скважины. В работах Н. Н. Ростовцева (1931), И. О. Брода (1932—1941), А. Стаценко (1933), Я. Г. Иващенко, Е. А. Падалка (1935), В. Р. Штамма (1941) освещены условия формирования химического состава подземных йодо-бромных вод, а также даны рекомендации решения проблемы развития йодо-бромной промышленности. Некоторые сведения о содержании микроэлементов в подземных водах Северного Кавказа приводятся в трудах Э. Э. Карстенса, Н. И. Алексюка, М. Г. Валяшко и К. Е. Питьевой и в работах общего характера Л. А. Гуляевой (1942), Н. В. Тагеевой (1942), А. Н. Бунеева (1944) и В. И. Гуревича (1961), И. Г. Киссина (1961, 1964 гг.), И. Я. Пантелеева и В. Н. Суркова (1960 г.).

Характеристике минеральных солей и лечебных грязей соленых озер посвящены работы: Н. А. Григорьева (1941), Ю. Н. Копытко (1942), И. И. Сидоропуло (1942), А. И. Дзенс-Литовского (1944) и Л. Н. Яковлевой (1943—1947).

Северо-Кавказским геологическим управлением начиная с 1958 г. проводятся крупные работы по изучению промышленных вод Северного Кавказа. Сбор и обобщение материалов сопровождались ревизионно-опробовательскими работами, а в отдельных районах и длительными режимными наблюдениями за химическим составом подземных вод, имеющих промышленное значение. По Краснодарскому краю работы эти выполнены Л. Н. Яковлевой (1958—1960, 1961) и С. Л. Архипенко (1962); по Ставропольскому краю и Чечено-Ингушской АССР — Л. М. Костенко, Ю. В. Кузнецовым и Ю. Н. Копецким (1958—1961). Промышленные воды Дагестана изучены Е. А. Поминовой и Т. И. Адамовой (1958—1961). В 1962 г. М. В. Фейгиным, Н. А. Плотниковым, Е. Е. Керкис и В. С. Котовым проведена оценка запасов подземных йодосодержащих вод Славянско-Троицкого месторождения и ГКЗ утверждены запасы по промышленным категориям.

В Краснодарском крае на базе вод Анастасиевско-Троицкой нефтегазоносной площади запланировано строительство йодового завода.

Опорные скважины. На территории Северного Кавказа пробурено 9 опорных скважин, в которых проводилось гидрогеологическое опробование. Результаты гидрогеологического изучения их отражены в работах: М. А. Ясеневой и др. (1951—1954), Н. М. Меликовой (1952), В. Т. Малышек (1954), А. Г. Тарасовой (1953—1955), В. Н. Борзовой и др. (1948—1951), И. В. Гришиной (1953—1955), В. Г. Хельквист (1954—1956) и К. Ф. Орфаниди (1956).

Глава II

ОСНОВНЫЕ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Орогидрография. Рельеф. Территория Северного Кавказа делится на Предкавказскую равнину и горную часть, включающую в себя северные склоны Большого Кавказа. К территории Северного Кавказа также относится часть южного склона Кавказа, вдоль Черноморского побережья, к северо-западу от р. Мзымты.

Большой Кавказ представляет собой горную систему, состоящую из параллельных хребтов и разделяющих их межгорных депрессий, вытянутую с северо-запада на юго-восток протяженностью 1500 *км*, шириной до 180—160 *км* (район Эльбруса и Дагестана).

Остов Большого Кавказа составляют Главный и Передовой высокогорные хребты. Главный хребет в центральной своей части представляет систему кулисообразных горных хребтов, сложенных докембрийскими кристаллическими сланцами и гранитами. Срединное положение здесь занимает Центральный водораздельный хребет, протягивающийся от верховьев р. Б. Зеленчука до р. Ардона.

К северу от Центрального водораздельного хребта, от истоков р. Кубани до р. Ардона, расположен Боковой (Суганский) хребет. В его пределах находятся наибольшие высоты Кавказа: Эльбрус (5633 *м*), Дых-Тау (5198 *м*), Коштан-Тау (5145 *м*) и др.

На северо-западе, между истоком р. Теберды и г. Фишт, протягивается Западный водораздельный хребет с вершинами: София (3838 *м*), Чугуш (3240 *м*) и др.

К северу от Главного хребта и параллельно ему, от р. Белой до р. Чегема, проходит Передовой высокогорный хребет, сложенный породами палеозоя.

К востоку от вулканического конуса Казбека (5047 *м*), на продолжении Центрального водораздельного хребта, расположен ряд массивов, получивших название Бокового хребта, с вершинами Табулос-Мта (4494 *м*) и Диклос-Мта (4275 *м*). Южнее Бокового хребта протягивается Восточный водораздельный хребет с высотами до 3000—3500 *м*. Оба хребта сложены песчано-сланцевой толщей юры.

По простиранию Большой Кавказ делят на три части: Западный, Центральный и Восточный, границу между которыми проводят по меридианам Эльбруса и Казбека. Центральный Кавказ является наиболее высокой частью рассматриваемой горной системы. Вершины его имеют пикообразные формы. Здесь наиболее развито современное оледенение и горноледниковые формы рельефа.

Западный Кавказ ниже Центрального, наивысшая точка — г. Домбай-Ульген — достигает 4040 *м*. Западнее горы Фишт хребты принимают характер средневысотных гор.

Восточный Кавказ также уступает по высоте Центральному, но превышает Западный Кавказ; многие его вершины поднимаются выше 4000 *м*.

На северном склоне Восточного Кавказа располагается горный район со сложным рельефом (Дагестан), почти замкнутый с севера Андийским и Гимринским хребтами. Внутренний горный Дагестан рассекается каньонообразными долинами рек Кой-Су — истоками р. Сулак.

К Восточному Кавказу с севера примыкают вытянутые в широтном направлении Терский и Сунженский хребты (до 926 *м*). К северным склонам Западного и Центрального Кавказа примыкают предгорные асимметричные гряды (куэсты) с крутыми южными и пологими северными склонами, разрезанные долинами рек на ряд массивов. Наиболее высокая южная куэста — известковый Скалистый хребет — достигает в Центральном Кавказе 3610 *м*. Севернее протягивается более низкий гребень, к которому относятся Боргустанский и Джинальский хребты (до 1500 *м*), расположенные севернее и восточнее Кисловодска. Местами севернее Черкесска сохранилась третья, самая низкая, куэстовая гряда высотой до 900 *м*.

К северу полоса куэст переходит в предгорные наклонные (Кубанская, Минераловодская, Кабардинская) и межгорные синклинальные (Северо-Осетинская, Сунженская) равнины с широко развитыми террасами, сложенными аллювиальными галечниками и суглинками.

В районе Минераловодской равнины располагается Пятигорский вулканический район с рядом изолированных вершин, наибольшей из которых является гора Бештау (1400 *м*).

Предкавказье на большей своей части представляет равнину, сложенную на поверхности четвертичными суглинками. В центральной части Предкавказья расположена обширная Ставропольская возвышенность, расчлененная долинами и балками на платообразные массивы и достигающая наибольшей высоты в своей южной части (гора Стрижамент 833 *м*). На запад и на восток она постепенно снижается, переходя в Азово-Кубанскую и Прикаспийскую низменности; восточная часть последней близ Каспийского моря лежит ниже уровня океана.

Западнее устья р. Кубани к Азово-Кубанской равнине примыкает Таманский полуостров с невысокими холмами (160 *м*), среди которых развиты грязевые сопки.

Гидрография. Природные условия Северного Кавказа отличаются большим разнообразием. Распределение речной сети, ледников и озер определяется особенностями климата, рельефа и геологического строения отдельных частей территории.

Горный район является областью аккумуляции влаги. Здесь располагаются истоки многочисленных рек, образующих мощные речные системы. Четко проявляется вертикальная поясность всех элементов географического ландшафта, в том числе и гидрологических условий.

Равнинные части Северного Кавказа бедны реками. Значительную долю речных потоков, пересекающих равнины, составляют транзитные воды, аккумулируемые в соседних горах. На отдельных участках равнин образуются бессточные области. Гидрологические условия равнин изменяются по мере увеличения степени континентальности климата и снижения высоты местности.

Реки Северного Кавказа принадлежат бассейнам Азовского, Каспийского и в небольшой мере Черного морей. Ставропольская возвышенность делит реки Предкавказья на западную группу, относящуюся к бассейну Азовского моря, и восточную, принадлежащую Каспийскому бассейну. Водораздельная линия протягивается через юго-западную часть Ставропольской возвышенности (г. Ставрополь) и вершину Эльбруса. Водораздел между реками Западного Предкавказья и Черноморского побережья проходит по сниженным хребтам к западу от перевала Псеашхо (2641 *м*).

К бассейну Азовского моря относятся р. Кубань, реки степного Приазовья — Кагальник, Ея, Челбас, Бейсуг, Кирпили и, берущая начало на Ставропольской возвышенности, р. Б. Егорлык, по руслу которой в настоящее время осуществляется регулируемый сток кубанской воды. К Каспийскому бассейну относятся реки: Кума, Калаус, Терек, Сулак, Самур и ряд мелких водотоков. Бассейну Черного моря принадлежат короткие горные реки: Мзымта, Сочи, Шеха, Туапсе, Джубга и др. Наиболее крупными речными системами Северного Кавказа являются Кубань и Терек. Они берут начало в высокогорной области и при выходе на равнины приобретают черты равнинных водотоков.

Густота речной сети возрастает по мере увеличения высоты местности и годового количества осадков. Наименьшей густотой отличаются сухие степи Приазовского района и Прикаспийской низменности (0,05 *км/км*^{2}), наибольшей — высокогорные части Центрального и Западного Кавказа (1 *км/км*^{2} и более). В восточной части Кавказского хребта густота речной сети резко уменьшается.

Питание рек Северного Кавказа изменяется в зависимости от климатических условий, высоты и других факторов.

Распределение стока в течение года соответствует особенностям водного режима. На большей части равнинной территории 50% годового стока проходит за весенний период. У рек с ледниковым питанием преобладает летний сток, но он обычно составляет менее 50% годовой величины. Осенний сток у большинства рек Северного Кавказа не превышает 20%. Зимний сток имеет еще меньшее значение, за исключением рек с паводочным режимом крымского типа.

Воды большинства рек относятся к гидрокарбонатному типу, за исключением некоторых рек бассейна р. Кумы и Каспийского побережья, имеющих сульфатный состав. В верхних частях рек, протекающих в области распространения кристаллических пород, минерализация вод не превышает 100 *мг/л*, снижаясь в половодье до 25 *мг/л*.

По мере приближения к равнинам минерализация обычно возрастает, особенно в восточных районах. Весьма малую минерализацию имеют воды рек Черноморского бассейна, чему способствует, помимо большого количества осадков, небольшая протяженность их.

Наибольшую жесткость воды имеют реки Предкавказья.

Озера. На Северном Кавказе преобладают небольшие по площади озера. Наиболее значительные озера приурочены к нижним частям рек и представляют собой водоемы, возникшие при отмирании речных русел или в результате взаимодействия моря и устьевых частей рек. В горах Большого Кавказа имеются запрудные и каровые ледниковые озера.

Озера Азовского побережья и дельты Кубани образуют наибольший озерный район Северного Кавказа. В дельте р. Кубани, кроме небольших озер между протоками (ериками), выделяются (по размерам) пресноводные лиманы, превратившиеся в замкнутые водоемы,

почти утратившие связь с морем: Ахтанизовский (336 *км*^{2}), Витязевский (55 *км*^{2}), Кизилташский (142 *км*^{2}), Курчанский, Восточный и др. Вдоль Азовского побережья протягиваются соленое Ханское озеро (109 *км*^{2}) и лиманы, которыми заканчивается большинство рек Приазовья — Ейский (244 *км*^{2}), Бейсугский, Кирпильский. Глубина лиманов и озер обычно не превышает 1 *м*. Соленость воды в них изменяется в больших пределах; имеются пресные, соленые и самосадочные озера. Дно озер илистое, вода мутная, многие из них зарастают влаголюбивой растительностью, другие летом пересыхают.

К озерам Прикаспийской низменности относятся озера междуречья Кумы и Терека, дельты Терека, Сулака и Каспийского побережья Дагестана. Озера Терско-Кумского водораздела представляют блюдцеобразные впадины, заполняемые атмосферными и грунтовыми водами, часто пересыхающие летом. Дельтовые озера располагаются группами, питаются паводковыми водами Терека и Сулака.

В горном районе наиболее многочисленными являются каровые озера. Это небольшие, округлые, глубокие водоемы, располагающиеся в пригребневых участках высоких хребтов.

В предгорном районе и на Ставропольской возвышенности озера немногочисленны, образование их связано с особенностями литологии и рельефа местности. В полосе куэст имеются карстовые озера.

Почвы и растительный покров. Почвы. На Северном Кавказе выделяются вытянутые с северо-запада на юго-восток зоны каштановых, черноземных и бурых горно-луговых почв, сменяющих друг друга с северо-востока на юго-запад.

Зона каштановых почв охватывает северо-восточную часть Ставропольской возвышенности (темно-каштановые и каштановые) и Прикаспийскую низменность (светло-каштановые). Для почв этой зоны характерно слабое увлажнение и промывание, высокое содержание $CaCO_3$ и $CaSO_4$, небольшой процент гумуса и малая мощность гумусового горизонта. Светло-каштановые почвы обычно находятся в комплексе с солончаками и солонцами. В пределах дельты Терека и Сулака распространены лугово-каштановые солонцеватые почвы. На песчаных массивах Прикаспийской низменности почвы не развиты. Низовья Кумы характеризуются аллювиальными плавнево-болотными почвами. Вдоль Каспийского побережья тянутся солончаки.

Западное и Центральное Предкавказье и нижние уровни предгорий принадлежат черноземной зоне, отличающейся разнообразием почвенных типов. Плодородные предкавказские черноземы, с большой мощностью гумусового горизонта, распространены на Азово-Кубанской равнине и в западных частях Ставропольской возвышенности. Они сменяются среднегумусными (обыкновенными) и малогумусными (южными) черноземами в восточных частях Ставропольской возвышенности, а в понижениях рельефа — солонцеватыми черноземами. На Прикубанской наклонной равнине и в предгорьях Большого Кавказа распространены выщелоченные и оподзоленные черноземы, серые лесные почвы и горные черноземы.

Для предгорий Восточного Кавказа, внутреннего Дагестана и северной части Черноморского побережья характерны коричневые горные почвы, формирующиеся под сухими лесами и кустарниками.

В среднегорном поясе Большого Кавказа под лесами распространены бурые горно-лесные почвы с разной степенью оподзоленности, горно-лесные и дерново-карбонатные почвы (на известковых породах Черноморского побережья). В окрестностях Сочи развиты желтоземы субтропиков.

В высокогорном поясе Большого Кавказа, под альпийскими лугами, развиты сильно скелетные бурые горно-луговые торфянистые почвы. Для долины р. Кубани и ее притоков характерны аллювиальные почвы. На Азовском побережье распространены болотные, местами засоленные, почвенные разности.

Растительный покров. Сложность физико-географических условий создает большое разнообразие растительного покрова Северного Кавказа.

Восточная часть Предкавказья занята полынно-злаковыми полупустынными степями, переходящими близ Каспийского побережья в полынные и солончаковые пустыни. Центральное и Западное Предкавказье в прошлом были покрыты злаковыми (типчаково-ковыльными) и разнотравно-злаковыми степями. Теперь эта территория полностью распахана. На нераспахиваемых склонах под воздействием выпаса образовались бородачевые степи. В дельтах Терека и Кубани распространены влажные луга и травяные болота с тростниками (плавни). По берегам озер и протоков развита солончаковая растительность. На песчаных массивах Прикаспийской низменности произрастают различные псаммофиты (песчаные растения).

Наиболее высокие части Ставропольской возвышенности, Пятигорья и низкие уровни предгорий Кавказа имеют лесостепные условия.

Большая часть горных склонов Большого Кавказа принадлежит лесному поясу с буковыми и дубовыми лесами. В восточной части Западного Кавказа увеличивается значение сосновых насаждений и появляются элементы нагорно-ксерофильной растительности (с. Учкулан).

На меридиане Эльбрусского массива пояс лесов прерывается и луговые степи предгорий непосредственно переходят в субальпийские луга. Восточнее Эльбруса вновь появляются разреженные леса, представленные главным образом сосной. Значительные площади высокогорий, особенно на западе, заняты высокотравными субальпийскими лугами, являющимися базой горного скотоводства и состоящими из злаков, высоких зонтичных растений, разнотравья и др. Близ нивального пояса появляется много альпийских каменистых лугов с низкорослым травостоем из осок, злаков и красочного разнотравья (образующего «альпийские ковры»). Выше 3000—3500 *м* альпийские луга исчезают, на скалах и осыпях встречаются лишь лишайники, мхи и немногие цветковые растения.

Дагестан характеризуется широким распространением ксерофильной растительности. Вдоль побережья Каспийского моря тянется полоса полынных и солянковых пустынь, прерываемая зарослями кустарников в дельтовых участках. В предгорьях имеются дубовые леса: на более сухих местах и на площадях сведенного леса распространены заросли ксерофильных листопадных кустарников и жестких колючих трав (шибляк и фригана). Для внутреннего Дагестана характерно редколесье из древовидных можжевельников, перемежающихся с шибляком и фриганой. В высокогорном поясе развита субальпийская и альпийская растительность.

Черноморское побережье Северного Кавказа имеет субтропическую растительность. На более высоких уровнях побережья субтропическая растительность сменяется буковыми и смешанными лесами и на отдельных вершинах субальпийской растительностью.

Климат. Климатические условия Северного Кавказа весьма разнообразны. Климат степей с недостаточным увлажнением постепенно переходит в климат лесостепей предгорий и в горной части становится

более влажным и более холодным, приобретая в высокогорной зоне черты нивального климата. На побережье Черного моря тянется узкая полоса с субтропическим климатом.

В формировании климата Северного Кавказа наряду с циркуляцией атмосферы и радиационными факторами большую роль играет рельеф. Горные хребты разделяют территорию на множество районов со своеобразными местными особенностями климата и создают хорошо выраженную высотную климатическую поясность. На климат Северного Кавказа оказывают влияние Черное и отчасти Каспийское моря. Влияние Черного моря, лежащего на пути влажных юго-западных потоков воздуха, сказывается на увеличении влажности воздуха и осадков во всей западной части Северного Кавказа. Влияние Каспийского моря проявляется лишь в пределах узкой прибрежной зоны и выражается в небольшом повышении влажности и понижении температур воздуха в летнее время.

На территорию Северного Кавказа поступает сравнительно много солнечного тепла. Годовая суммарная радиация достигает 120—125 *ккал/см*^{2}. В горных районах вследствие увеличения эффективного излучения радиационный баланс тепла уменьшается. Так, если на равнинной части он составляет 43—46 *ккал/см*^{2} в год, то на высоте 2600 *м* — около 23 *ккал/см*^{2} в год. С распределением радиационного баланса по территории Северного Кавказа связано распределение температуры воздуха.

К солнечной энергии присоединяется адвективное тепло, связанное с циркуляцией атмосферы. На Северном Кавказе в течение года господствует континентальный воздух умеренных широт и в то же время сюда могут проникать арктические, атлантические и тропические течения воздуха.

Континентальный воздух умеренных широт поступает на Северный Кавказ в виде восточного потока. В холодное время года в Восточном Предкавказье вследствие орографического поднятия воздушных масс при восточных ветрах обычно стоит пасмурная погода. В горной части в это время, наоборот, удерживается ясная, сравнительно теплая погода.

Вторжение арктического воздуха сопровождается резким похолоданием, которое распространяется по территории Северного Кавказа до высоты не более 1000 *м*. Через низкие перевалы Западного Кавказа холодный арктический воздух проникает на побережье Черного моря, вызывая здесь сильные бури (норд-ост).

Атлантический воздух обычно поступает на Северный Кавказ в системе циклонов, и поэтому с приходом его связано выпадание осадков, потепление зимой и похолодание летом. Тропический воздух, которым обусловлены оттепели на Северо-Западном Кавказе, обычно поступает с юго-запада.

Самым холодным месяцем на большей части Северного Кавказа является январь (и лишь на вершинах и водораздельных хребтах в горной части — февраль), а самым теплым — июль или август.

Средняя месячная температура января в пределах Северного Кавказа изменяется от +5,7° С в Сочи до —17,5° С на Эльбрусе. На большей части территории средние январские температуры отрицательные и только на Черноморском побережье (от Анапы до Сочи) и на побережье Каспийского моря (к югу от Дербента) — положительные (рис. 1).

Самые низкие температуры (абсолютный минимум) обычно отмечаются в январе. На равнинах и в горах Северного Кавказа минималь-

ные температуры колеблются от —26 до —37° С; на Черноморском побережье от —26 до —13° С.

Средние июльские температуры на равнинной части территории удерживаются на уровне 20—25°, а в предгорной и горной частях от 20 до —0,4° (рис. 2).

На равнинах Предкавказья в холодное время года господствуют восточные и юго-восточные ветры, повторяемость которых доходит до 60—65%. На Кубано-Приазовской равнине под влиянием черноморской депрессии атмосферного давления эти ветры принимают северо-восточное направление.

Повторяемость западных, юго-западных и северо-западных ветров летом составляет 40—60%. Ветры западного направления менее устойчивы и связаны в основном с фронтальными или циклоническими процессами.

В горных и предгорных долинах развита горно-долинная циркуляция. Здесь также часто отмечаются фёны.

Наибольшая скорость ветра на всей территории Северного Кавказа обычно наблюдается в холодное время года, а наименьшая — летом. На равнинах наибольшая средняя месячная скорость ветра достигает 5—7 *м/сек*, в предгорьях и в горных долинах — 3—4 *м/сек*; на высоких хребтах в горных районах — около 8 *м/сек*. Самая большая средняя месячная скорость ветра наблюдается на Мархотском перевале (10,3 *м/сек*) и на Эльбрусе (11,2 *м/сек*).

Минимальные средние месячные скорости обычно отмечаются в июле—августе и составляют на равнинах 2,5—5 *м/сек*, в предгорьях и горных долинах — 1,2—2,5 *м/сек*, на хребтах — 5—7 *м/сек*.

Влажность воздуха в пределах территории Северного Кавказа различна. На равнинах самая высокая относительная влажность наблюдается в зимние месяцы, а самая низкая — в августе. Средняя месячная относительная влажность изменяется в течение года от 83—90% зимой до 55—66% летом.

В горных районах относительная влажность изменяется в течение года в меньших пределах, чем на равнинах, и в среднем максимум наступает летом, а минимум — зимой. Зимой средняя месячная относительная влажность составляет 60—70% и летом 75—85%. Средняя месячная минимальная относительная влажность колеблется от 44 до 62%. В зимнее время при интенсивных фёнах относительная влажность в горных долинах может снижаться до 3—5%.

На побережье морей относительная влажность воздуха в течение года удерживается на высоком уровне. Средняя месячная величина относительной влажности не опускается ниже 70%.

Выпадение осадков на Северном Кавказе связано с прохождением фронтов или циклонов. В горных районах существенную роль играют осадки конвекционного характера. В распределении осадков по территории большую роль играет рельеф: наветренные склоны получают больше осадков, чем подветренные склоны или замкнутые котловины. В целом на территории Северного Кавказа количество осадков возрастает с повышением рельефа и уменьшается по мере продвижения с запада на восток (рис. 3).

В зимнее время выпадение осадков связано с юго-западным потоком влажного воздуха, благодаря которому на южных склонах Западного Кавказа, на Прикубанской равнине и на западных склонах Ставропольской возвышенности выпадает больше осадков, чем в других районах Северного Кавказа. В теплое время года преобладают северо-западные потоки влажного воздуха и в силу этого наибольшее количе-

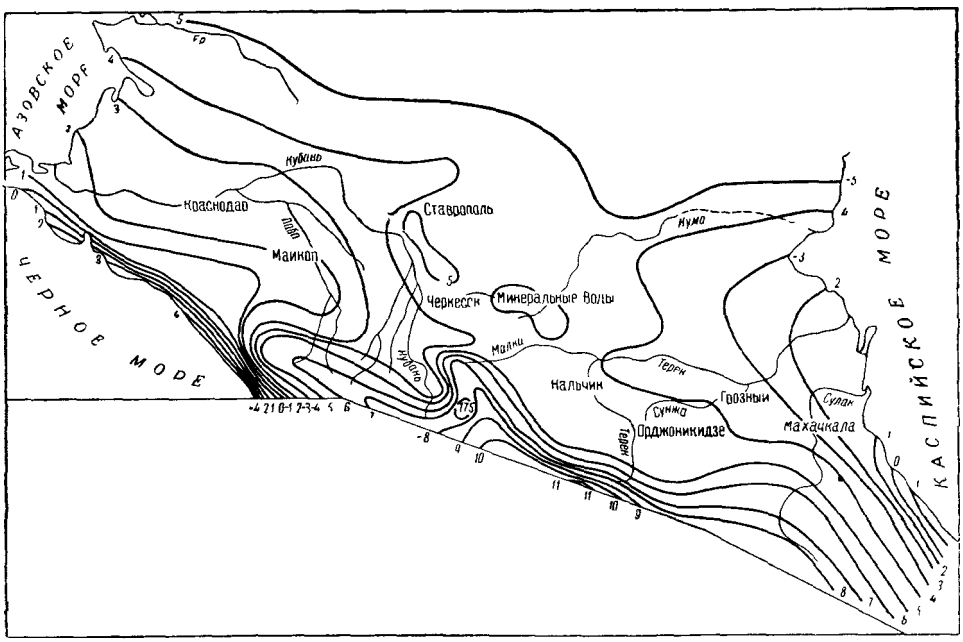


Рис 1 Изолинии средней температуры воздуха в январе по Северному Кавказу (Составил А С. Щитов)

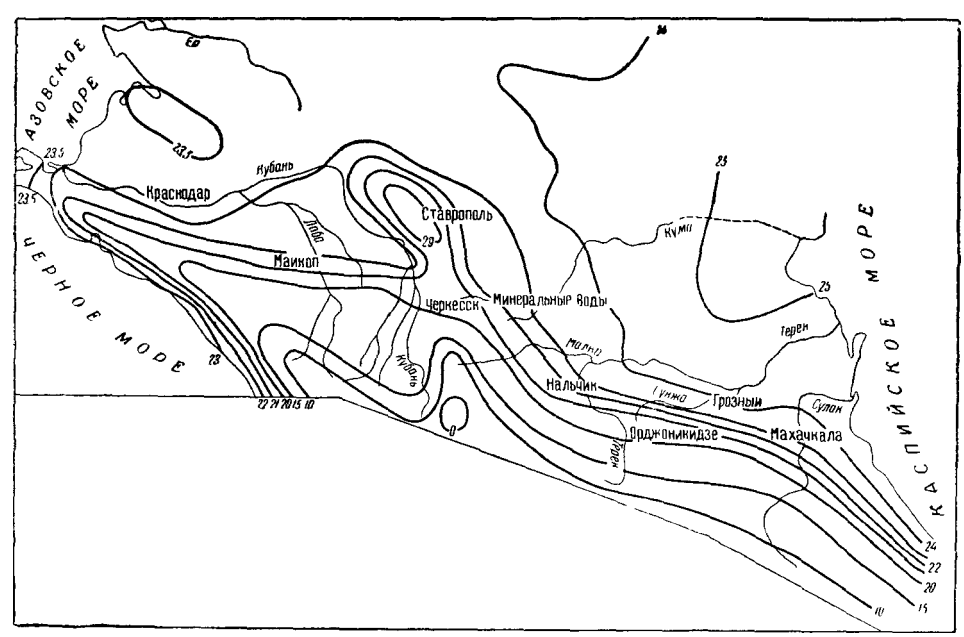


Рис. 2. Изолинии средней температуры воздуха в июле по Северному Кавказу (Составил А. С. Щитов)

ство осадков выпадает на северных и северо-западных склонах возвышенностей.

На побережье Азовского моря и на Таманском полуострове количество выпадающих за год осадков составляет 400—450 *мм*. На Прикубанской равнине и на западных склонах Ставропольской возвышенности годовая сумма осадков составляет 500—600 *мм*. На высоких участках Ставропольской возвышенности (Ставропольские высоты, Стрижамент) количество осадков возрастает до 600—660 *мм*, достигая максимума для всего Предкавказья. Дальше к востоку величина осад-

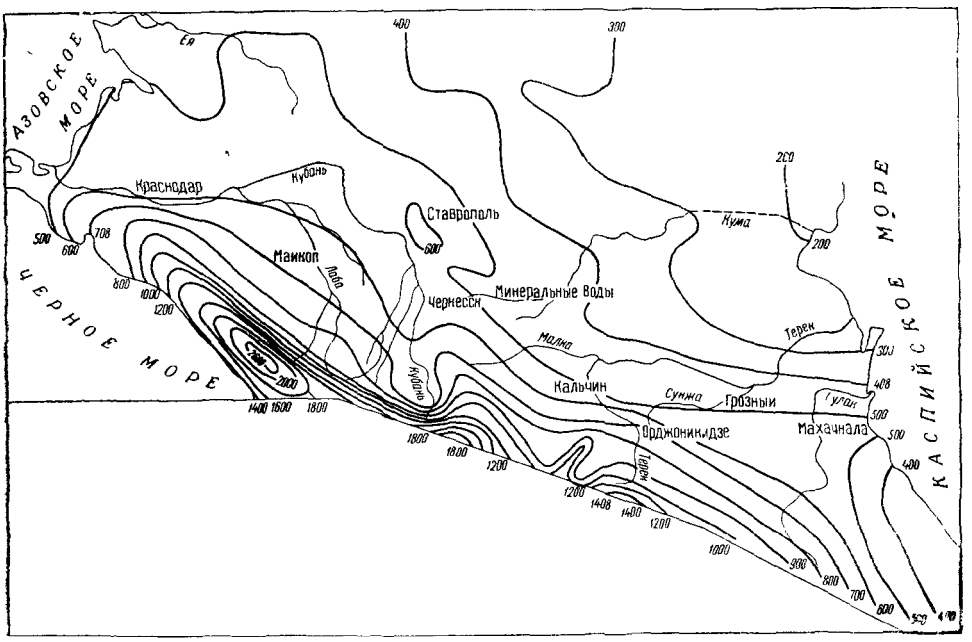


Рис. 3. Изолинии годового количества атмосферных осадков по Северному Кавказу (Составил А. С Щитов)

ков уменьшается; так, на восточных склонах Ставропольской возвышенности за год выпадает около 400 *мм*.

На Ногайские степи часто оказывает экранирующее влияние Ставропольская возвышенность по отношению к западным и юго-западным влагонесущим потокам воздуха. Поэтому здесь выпадает наименьшее количество осадков по сравнению с другими районами Северного Кавказа. Годовая сумма осадков в Ногайских степях составляет 250—300 *мм*.

Количество осадков резко возрастает в предгорных районах как Западного, так и Восточного Предкавказья. Однако в горных районах наблюдаются большие контрасты в распределении осадков по территории: на горных хребтах, открытых для влагонесущих потоков воздуха, осадков выпадает больше, чем в долинах.

Западный Кавказ находится в наиболее благоприятных условиях по отношению к юго-западным и северо-западным влажным потокам воздуха. Поэтому здесь выпадает наибольшее количество осадков и распределены они по территории более равномерно, чем в других районах. На высоте около 2000 *м* за год выпадает 2500—3000 *мм*. К востоку от р. Б. Лабы, в высокогорной зоне, количество осадков умень-

шается. Так, на Клухорском перевале за год выпадает 1876 *мм*, на Домбайской поляне — 1356 *мм*. В верховьях Кубани, находящихся в орографической тени Скалистого хребта по отношению к северо-западным влажным ветрам, количество осадков снижается до 500 *мм* (Учкулан — 468 *мм*). Скалистый хребет, в свою очередь, находится в орографической тени Главного Кавказского хребта по отношению к юго-западным влагонесущим потокам воздуха и поэтому в его пределах значительно снижается величина осадков.

По мере выхода из орографической тени Скалистого хребта количество осадков вновь возрастает. Так, например, в верховьях Терека за год выпадает около 1000 *мм* осадков, на Крестовом перевале — 1444 *мм*. На таких же высотах в горном Дагестане количество осадков уменьшается, особенно в горных долинах. Так, например, в Хунзахе, расположенном на высоте 1695 *м*, годовая сумма осадков составляет лишь 565 *мм*.

На Черноморском побережье количество осадков увеличивается в направлении с севера на юг (от 417 *мм* в Анапе до 1400—1500 *мм* в районе Сочи).

Испаряемость на территории Северного Кавказа, вычисленная нами по методу Н. Н. Иванова, изменяется в довольно широких пределах. В Ногайских степях и на восточных склонах Ставропольской возвышенности годовая величина испаряемости составляет 800—950 *мм*. На высоких участках Ставропольской возвышенности (Ставропольские, Прикалаусские высоты, Стрижамент) испаряемость снижается до 700—600 *мм*. На северных и западных склонах Ставропольской возвышенности испаряемость вновь возрастает до 800—850 *мм*, постепенно уменьшаясь на Прикубанской равнине от 800 *мм* на востоке до 650 *мм* на побережье Азовского моря (рис. 4).

В предгорных и горных районах испаряемость в целом уменьшается с повышением рельефа от 700 *мм* в предгорьях Западного и Восточного Предкавказья до 250—400 *мм* в высокогорной зоне. Полоса наименьшей испаряемости приурочена к истокам Б. и М. Лабы, Б. и М. Зеленчуков, Кубани, а также рек, расположенных на участке от Малки до Терека.

Довольно большая испаряемость на Черноморском побережье объясняется сравнительно высокой температурой воздуха в течение года. Годовая величина испаряемости здесь составляет 800—900 *мм*, а в районе Новороссийска — около 1000 *мм*.

Неравномерность распределения осадков и испаряемости по территории Северного Кавказа создает значительные различия в коэффициенте увлажнения (K) по отдельным участкам равнинных и горных районов. Как известно, коэффициент увлажнения служит показателем степени увлажнения территории. По Н. Н. Иванову, определенная величина годового коэффициента увлажнения соответствует той или иной ландшафтной зоне.

На территории Ногайской степи годовой коэффициент увлажнения равен 0,34—0,45, что соответствует ландшафту степи с недостаточным увлажнением. К зоне степей также следует отнести низовья Сулака, равнинную часть долины Терека, восточные и северные склоны Ставропольской возвышенности. На Прикубанской равнине коэффициент увлажнения увеличивается до 0,60—0,70. На Ставропольских высотах, на Стрижаменте, в предгорьях Западного и Восточного Предкавказья коэффициент увлажнения равен примерно 1,00. В западной части Кавказа изолиния, соответствующая 1,00, проходит на высоте около 450 *м*, в центральной части — на высоте 1300 *м*, в восточной части —

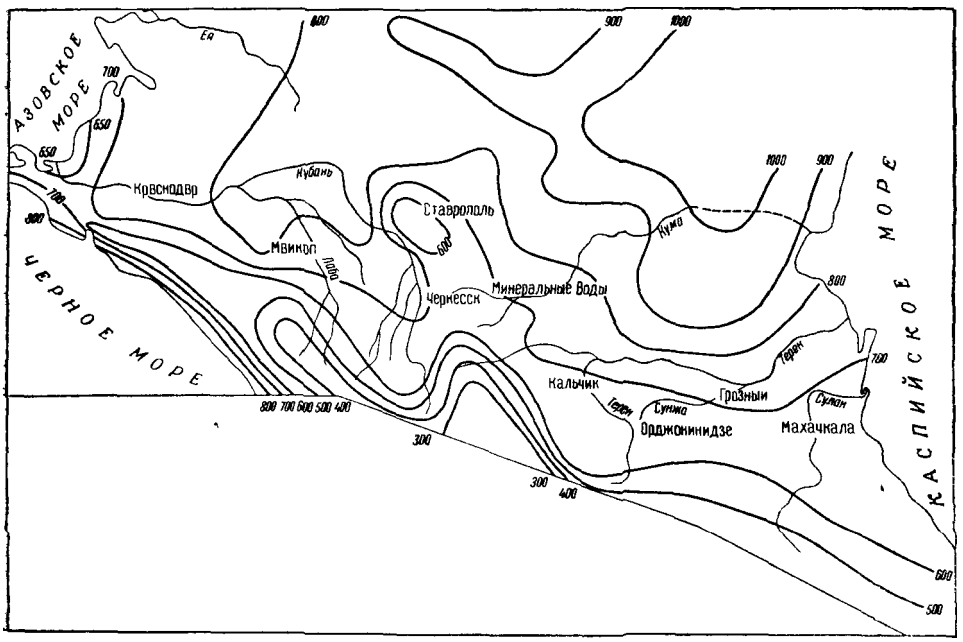


Рис 4 Изолинии годовой испаряемости по Северному Кавказу (Составил А. С. Щитов)

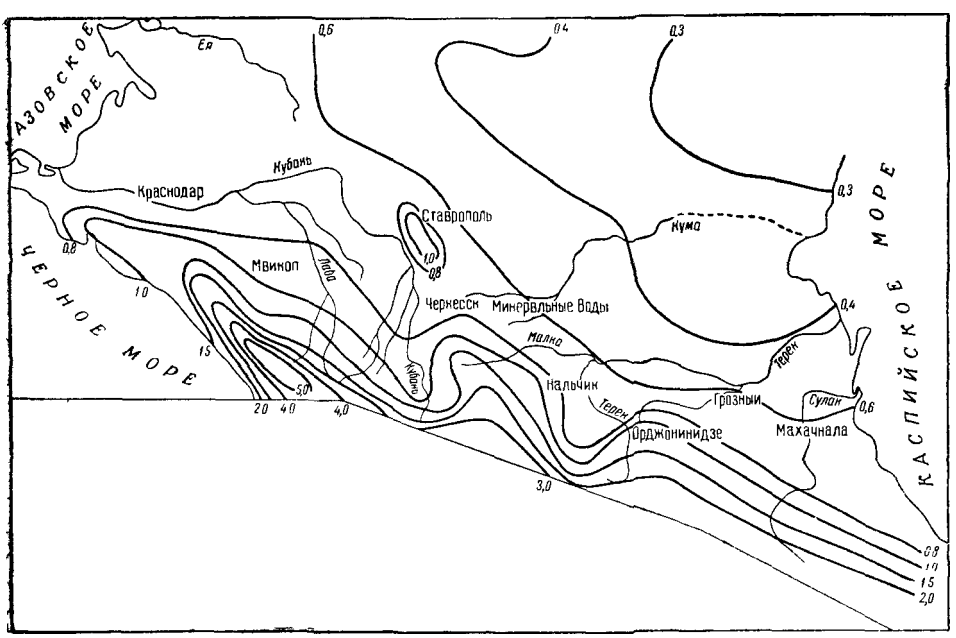


Рис 5 Изолинии коэффициента увлажнения по Северному Кавказу (Составил А. С. Щитов)

на высоте 1700 *м*. Зона влажных лесов в Западном Кавказе начинается с высоты примерно 550—600 *м*, в Центральном Кавказе — с высоты 1500—2000 *м* и в Восточном Кавказе она поднимается до 2300—2500 *м*. Самым увлажненным на Северном Кавказе является Главный Кавказский хребет на участке от истоков р. Белой до истоков р. Б. Лабы, где коэффициент увлажнения достигает 5,50—6,00. Следовательно, в этом районе за год выпадает осадков в 5,5—6 раз больше того количества, которое может здесь испариться (рис. 5).

В заключение приводится таблица годового хода климатических элементов по отдельным районам описываемой территории (табл. 1).

Таблица 1

Основные показатели климата Северного Кавказа

Станции	Высота над уровнем моря, *м*	Температура воздуха, °С				Годовое количество осадков, *мм*	Годовая величина испаряемости, *мм*	Годовой коэффициент увлажнения
		средняя января	средняя июля	минимальная	максимальная			
Ахтари	5	—3,1	23,8	—30	42	515	734	0,70
Тихорецк	83	—4,2	23,2	—34	41	533	832	0,63
Дивное	77	—5,2	23,9	—35	43	365	967	0,38
Тамань	13	—0,8	23,6	—26	35	425	692	0,61
Краснодар	41	—2,3	23,4	—36	40	610	797	0,77
Ставрополь	644	—4,9	19,6	—31	37	663	610	1,08
Прикумск	135	—4,8	24,0	—36	43	391	867	0,45
Ачикулак	70	—4,0	24,8	—34	44	334	831	0,40
Терекли-Мектеб	21	—3,1	25,4	—35	43	292	929	0,34
Кизляр	—5	—2,1	24,4	—32	41	307	764	0,40
Горячий Ключ	72	—1,0	21,5	—34	38	856	604	1,42
Майкоп	210	—1,6	22,2	—34	40	679	859	0,79
Черкесск	525	—4,2	20,9	—32	38	523	698	0,75
Ессентуки	614	—4,4	20,4	—32	37	512	656	0,78
Грозный	126	—4,0	23,8	—32	42	489	705	0,69
Махачкала	32	—1,3	24,6	—25	36	458	647	0,71
Гойтх	325	—0,9	20,4	—29	36	1476	615	2,40
Гузерипль	670	—3,1	17,8	—28	37	1031	576	1,79
Ачишхо	1880	—5,5	12,5	—33	26	2617	448	5,87
Архыз	1470	—5,2	14,5	—35	35	820	528	1,55
Теберда	1329	—3,4	15,3	—31	36	689	655	1,05
Нижний Зарамаг	1731	—6,4	14,2	—	35	644	651	0,99
Мамисонский перевал	2850	—10,4	8,0	—27	25	892	264	3,38
Коби	1987	—8,2	13,9	—30	30	1069	596	1,80
Анапа	11	1,1	23,4	—26	34	417	779	0,62
Туапсе	79	4,3	23,0	—19	36	1219	930	1,31
Сочи	31	5,7	22,7	—13	35	1399	866	1,62

КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Территория Северного Кавказа отличается сложным геологическим строением и большим разнообразием состава слагающих пород, которые в возрастном отношении образуют стратиграфический диапазон от кембрия и до современных отложений включительно. В настоящем разделе дается краткое описание стратиграфии, тектоники, магматизма и истории геологического развития территории Северного Кавказа, играющих важную роль в формировании и распространении подземных вод.

Стратиграфия

Докембрий и нижний палеозой (PCm—Pz) представлены сложным и малоизученным комплексом сильно метаморфизованных пород, прорванных интрузиями различного возраста. Эти породы слагают фундамент складчатых сооружений Кавказа. Выходы фундамента на дневную поверхность наблюдаются в пределах так называемой Лабино-Малкинской зоны Большого Кавказа. Вопросы возраста и стратиграфического расчленения метаморфических толщ фундамента еще не получили окончательного разрешения. В бассейнах рек Кубани, Малки, Баксана и Чегема, где эти породы выходят на поверхность, Д. С. Кизевальтером (1960) выделяются две свиты: чегемская, сложенная кристаллическими сланцами различного петрографического состава (мощность 2000 *м*), и, залегающая согласно на ней, хасаутская, представленная метаморфическими сланцами (мощность до 3000 *м*).

В бассейне р. Малки на хасаутскую свиту с некоторым несогласием налегает толща конгломератов и песчаников, которую по ряду косвенных признаков и находок фауны во вторичном залегании относят к силуру. Соответственно возраст хасаутской свиты определяется как нижнепалеозойский, а чегемской — предположительно как верхнепротерозойский или нижнепалеозойский. К докембрию и нижнему палеозою относится бóльшая часть кристаллических сланцев и гнейсов зоны Главного хребта.

Силурийская система (S). Фаунистически доказанные отложения силура известны только в долине р. Малки, где они представлены двумя свитами: нижней мощностью около 1200 *м*, залегающей на хасаутской свите, сложенной слоистыми кварцитовидными песчаниками, переслаивающимися с конгломератами, и верхней мощностью до 400 *м*, представленной филлитами с прослоями известняков и мраморов, содержащих силурийскую фауну.

Девонская система (D). Отложения девона пользуются сравнительно широким распространением на северном склоне Большого Кавказа, выступая на поверхность в междуречье Малка — Б. Лаба. Присутствие их предполагается в области Предкавказья, где они участвуют в строении складчатого фундамента. Литологически отложения девона представлены: 1) вулканогенами, образующими мощные толщи лав и туфов основного, среднего и кислого состава, в значительной степени метаморфизованными в нижней части; 2) терригенно-карбонатными отложениями, представленными мощными толщами песчаников с прослоями туфогенного материала, конгломератов, филлитов, глинистых сланцев и пачками известняков.

Общая мощность девонских отложений имеет значительные колебания, причем максимального значения (4500 *м*) она достигает в бассейне рек Аксаута и Маруха. Возраст отложений девона фаунистически доказан только для пачек известняков, залегающих в верхней их части, относимой по комплексу найденной фауны к фаменскому ярусу.

Каменноугольная система (C). Отложения каменноугольной системы на Северном Кавказе имеют значительное распространение и по характеру пород подразделяются на два несогласно залегающих комплекса (нижний и верхний). Нижний, относимый к нижнему карбону (C_1), по существу завершает единую серию среднепалеозойских образований. Верхний комплекс, включающий отложения среднего и верхнего карбона (C_1+C_2), по своему происхождению и структуре уже связан с отложениями пермской системы. В пределах Северного Кавказа и Предкавказья отложения карбона представлены:

1) кварцитовидными песчаниками, филлитизированными глинистыми сланцами с прослоями и линзами мраморов (карбон Предкавказья, вскрытый глубокими буровыми скважинами); 2) вулканогенными и осадочными породами (нижний карбон) мощностью до 6000 *м*; 3) молассовыми угленосными толщами (средний и верхний карбон Мало-Лабинской и Тырны-Аузской зон) мощностью 800 *м*.

Пермская система (P). Отложения пермской системы пользуются значительным распространением. На северном склоне Центрального Кавказа пермские отложения представлены двумя комплексами, различающимися по своему литолого-фациальному составу. Первый комплекс представлен красноцветными континентальными образованиями, возраст которых определяется от нижней перми до нижнего триаса, мощностью до 400 *м*. Второй комплекс образуют морские отложения верхней перми, представленные биогенными известняками, глинистыми сланцами, песчаниками. Мощность их изменяется от десятков метров до 700 *м*.

Триасовая система (T). Отложения триасовой системы преимущественно распространены на Северо-Западном Кавказе. Наиболее полные разрезы отложений триасовой системы имеются по рекам М. Лабе и Белой, где они представлены конгломератами, песчаниками, известняками (отложения сейского, кампильского и анизийского ярусов), темными глинистыми сланцами с сидеритами и прослойками конгломератов (ладинский, карнийский ярусы), а также доломитизированными известняками норийского яруса (верхний триас). Мощность отложений отдельных ярусов триаса от 100 до 700 *м* и более.

Юрская система (J). Образования юрской системы получили широкое распространение на Северном Кавказе, где они представлены всеми тремя отделами. В большинстве своем они залегают резко несогласно на подстилающих породах самого различного возраста (от докембрия до триаса). Наличие более древних отложений лейаса — геттанского яруса — достоверно не установлено. Синемюрский ярус установлен только на южном склоне Главного хребта (в районе Красной поляны), где представлен конгломератами, кварцево-аркозовыми песчаниками и глинистыми сланцами.

Лотарингский ярус (J_1^3l) имеет более значительное распространение. Фаунистически доказанные отложения его имеются на Б. и М. Лабе, где они сложены песчаниками с прослоями конгломератов. В Северной Осетии к лотарингскому ярусу относятся образования циклаурской свиты мощностью 1500 *м*, выраженные сланцами с покровами, пластовыми залежами и дайками диабазов, порфиритов и туфов. Подстилающими служат отложения так называемой костинской свиты, которая многими исследователями предположительно относится к геттанскому ярусу и перекрывается образованиями плинсбаха.

Плинсбахский ярус (J_1^4p) развит на участке от р. Белой на западе до р. Терека на востоке. На западе между реками Белой и Кубанью он представлен песчаниками и алевролитами. В долине р. Кубани и далее на восток (до р. Чегема) отложения плинсбаха залегают непосредственно на нижнем палеозое и представлены угленосной толщей песчано-алевритового состава. Мощность отложений плинсбаха по р. Кубани составляет 800 *м*. Здесь в их составе появляются вулканогенные образования, представленные покровами андезитов и их туфов. В Осетии к отложениям плинсбаха предположительно относят верхнюю часть кератофирового горизонта и покрывающие его сланцы с прослоями алевритов.

Домерский ярус (J_1^5d) в большинстве случаев залегает согласно на отложениях плинсбаха и представлен аргиллитами и аспидными сланцами. Пользуется широким распространением в Дагестане, Северной Осетии и на Северо-Западном Кавказе. Отсутствует он лишь между реками М. Зеленчуком и Малкой, где отложения верхнего лейаса залегают непосредственно на образованиях плинсбаха с небольшим угловым несогласием.

Отложения нижнего тоара на Северном Кавказе отсутствуют на пространстве от рек Б. и М. Зеленчуков до Дигории. За пределами этого района они представлены осадками глинистого состава.

Средний и верхний тоар (J_1^6t) пользуются уже значительно большим распространением и представлены осадками глинистого состава с прослоями алевритов и песчаников. Максимальная мощность отложений тоара отмечена в восточной части Кавказа и достигает 3000 *м*.

Отложения аалена (J_2^1a) развиты на значительной площади. Наименьшая их мощность — 200 *м* характерна для полосы от р. Белой до р. Терека, где они представлены железистыми песчаниками и алевролитами, с конкрециями сидеритов и линз оолитового железняка. Мощность и характер отложений аалена к востоку от р. Терека сильно изменяются. В северо-восточных районах горного Дагестана они представлены толщей песчаников с косой слоистостью, с прослойками аргиллитов, углей и горизонтами сидеритовых конкреций. Мощность нижнего аалена определяется в 4000—5000 *м*. Верхний аален выражен в основном аргиллитами с подчиненными прослойками алевролитов. Проявление угленосности носит ограниченный характер. Мощность верхнего аалена составляет 1000 *м*.

На Северо-Западном Кавказе отложения аалена представлены аргиллитами в комплексе с вулканогенными образованиями — порфиритами и их туфами, кварцевыми порфирами. Мощность всей вулканогенно-осадочной толщи составляет 4000 *м*.

Байосский ярус (J_2^2bj) на большей части территории Северного Кавказа выражен глинистыми осадками и только в Восточной Балкарии для него характерно наличие значительного количества продуктов вулканической деятельности среднего и кислого состава (порфириты, альбитофиры). Максимальная мощность (2000 *м*) отложений байоса установлена в Дагестане.

Батский ярус (J_2^3bt) вследствие проявления на Северном Кавказе предкелловейского размыва пользуется сравнительно ограниченным распространением. В основном он распространен на территории Дагестана и Чечни, где представлен аргиллитами с прослоями алевролитов и песчаников, количество которых увеличивается в верхних частях разреза. Мощность отложений бата достигает 1200 *м* (в Чечне).

Отложения верхней юры (J_3) на Северном Кавказе прослеживаются непрерывной полосой от р. Белой на западе до р. Аргуна на востоке и с перерывами (вследствие складчатости) в Дагестане. Для большей части мальма характерно развитие карбонатных пород — известняков, доломитов, мергелей и только в составе келловейского и местами титонского ярусов преобладают терригенные осадки. Наиболее полный разрез отложений верхней юры характерен для территории Осетии и Кабардино-Балкарии.

Келловей (J_3^1cl) представлен в нижней части песчаниками с конгломератами в основании, а в верхней — песчанистыми и железистыми известняками. Общая мощность 50—60 *м*.

Оксфорд (J_3^2ox) выражен серыми пелитоморфными битуминозными известняками и доломитами (р. Терек) мощностью 400—500 *м*.

Лузитан (J_3^3l) — массивные доломиты и псевдоолитовые известняки. Мощность 80—500 *м*.

Кимеридж (J_3^4km) — чередование оолитовых, псевдоолитовых и доломитизированных известняков. Мощность до 600 *м*.

Титон (J_3^5t) в Осетии представлен известняками различного происхождения и доломитами. В Кабардино-Балкарии в нижней части разреза титона наблюдаются мощные линзы гипса. Общая мощность титона 500—600 *м*. Для верхнеюрских отложений Дагестана характерны лишь некоторые изменения приведенного разреза Осетии и Кабардино-Балкарии. Они выражаются в спорадическом развитии келловея и в наличии (на севере) в нижней части оксфорда кварцевых песчаников и доломитов. В Прикисловодском районе (бассейны рек Малки, Кумы) наблюдаются резкие изменения состава отложений верхней юры, выражающиеся в сокращении мощностей, опесчанивании, выпадении из разреза отдельных ярусов. Западнее Кисловодского района разрез верхней юры снова становится полным.

На территории Северо-Западного Кавказа, между реками Белой и Пшехой, происходит быстрое изменение литолого-фациального состава верхнеюрских образований. При этом известняки сменяются глинистыми породами и общий облик осадков приближается к флишевому. Из особенностей разреза верхнеюрских образований этого района необходимо отметить наличие в верховьях р. Белой рифового барьера, сложенного рифогенными известняками, возраст которых определяется от оксфорда до титона включительно. Мощность рифовых образований верхней юры Северо-Западного Кавказа составляет 2000 *м*.

Меловая система. Отложения нижнего мела прослеживаются сплошной полосой вдоль всего северного склона Кавказа. Наиболее полные разрезы его наблюдаются в окрестностях Кисловодска и Нальчика, а также в долинах рек Ассы и Камбилеевки. Во всех перечисленных разрезах отложения валанжина (Cr_1^1v) представлены известняками, причем в районе г. Кисловодска они доломитизированы. В районе Нальчика низы валанжина сложены пачкой мергелей.

Готерив (Cr_1^2h) выражен пачкой серых рыхлых мергелистых песчаников с прослоями твердых известковистых песчаников и железистых известняков-ракушечников.

Отложения баррема (Cr_1^3b) в Нальчикском разрезе представлены мергелистыми песчаниками с прослоями более крепких известковых песчаников и песчанистых известняков. В районе г. Кисловодска нижняя часть их выражена чередованием железистых оолитовых известняков и глинистых песчаников. Верхняя часть баррема представлена здесь красными железистыми известковистыми песчаниками с прослоями серо-зеленых глин.

Апт (Cr_1^4ap) сложен рыхлыми мергелистыми и глинистыми песчаниками с прослоями глауконитовых песчаников. Мощность его 200 *м*.

Отложения альба (Cr_1^5al) в нижней части сложены мергелистыми песчаниками, среди которых в районе г. Кисловодска наблюдаются прослои и линзы известковистых глауконитовых песчаников и ракушечников, а в окрестностях Нальчика — темных песчанистых глин и шаровых конкреций мергелей. Верхний альб выражен черными известковистыми глинами мощностью 120 *м*. Общая мощность отложений нижнего мела центральной части Северного Кавказа составляет 600—1150 *м*, причем по направлению к западу (бассейн Кубани) происходит быстрое сокращение мощности отложений и выпадение из разреза ряда ярусов (начиная снизу). В бассейне р. Лабы отложения апта уже непосредственно налегают на юру. К востоку от г. Нальчика разрез

отложений нижнего мела сохраняется без существенных изменений до долины р. Асса. В Дагестане изменение состава отложений нижнего мела происходит за счет увеличения в разрезе роли известняков.

В Предкавказье образования *нижнего мела* распространены повсеместно. Литологически они представлены песчано-алевролитовыми породами, которые во многих случаях являются коллекторами нефти и газа. К западу от р. Белой происходит быстрое восстановление мощности нижнего мела и уже в бассейнах рек Пшехи и Пшиша она достигает 4—5 тыс. *м*. Отложения валанжина начинаются здесь характерным горизонтом глыбовых конгломератов, выше переходящих в пачки песчаников, глин и мергелей Мощность валанжина достигает 700 *м* Готерив и баррем представлены конгломератами, песчаниками с прослоями известняков и известковыми глинами. К нижней части отложений баррема приурочена так называемая фонарская свита мощностью 200 *м*, представленная песчаниками и глыбовыми конгломератами. Выше залегает пачка песчаников с прослоями конгломератов, реже алевролитов, возраст которой уже определяется как баррем — апт. Венчаются отложения апта темно-серыми глинами с прослоями глауконитовых песчаников. Общая мощность отложений нижнего мела Северо-Западного Кавказа составляет 4500 *м*.

Отложения *верхнего мела* (Cr_2) на Северном Кавказе распространены очень широко и представлены обычно почти всеми своими ярусами.

В центральной и восточной частях северного склона Главного хребта они характеризуются нормальными морскими осадками и литологический состав их изменяется очень мало. Представлены они белыми тонкоплитчатыми известняками, чередующимися с зеленовато-серыми мергелями и в редких случаях песчаниками. Общая мощность верхнего мела 270—480 *м*.

Для территории Предкавказья также характерен в основном карбонатный облик пород верхнего мела, причем мощность их колеблется в значительных пределах (от 800 *м* в прогибах до 30 *м* в области поднятий).

На Северо-Западном Кавказе верхнемеловые отложения представлены флишевой фацией, выражающейся ритмичным чередованием известняков, мергелей, глин и известковистых песчаников. Общая мощность их колеблется от 800 *м* в Хадыженском районе до 3000 *м* в районе г. Новороссийска.

Палеоген и неоген ($Pg+N$). На территории Центрального Предкавказья отложения палеоцена (Pg_1) представлены тремя свитами: 1) эльбурганской, залегающей на размытой поверхности карбонатных образований верхнего мела, сложенной серыми кремнистыми мергелями мощностью до 180 *м*; 2) свитой Горячего Ключа, выраженной темно-серыми некарбонатными аргиллитами с прослоями кварцевых песков и песчаников в средней части разреза (мощность до 160 *м*); 3) абазинской, представленной кремнистыми мергелями с прослоями опок.

В составе *эоцена* (Pg_2) здесь выделяются три свиты: черкесская, или зеленая, сложенная зеленовато-серыми песчанистыми, глинистыми и мелоподобными мергелями мощностью 100—170 *м*; кумская, или бурая, выраженная бурыми битуминозными сланцеватыми мергелями (мощность до 100 *м*), и белоглинская, или белая, представленная светлыми глинистыми мергелями (мощность 70—200 *м*). На территории северной части Ставропольского поднятия и Азово-Кубанской впадины мергелистые осадки палеоцена и нижнего эоцена резко сменяются пес-

ками и песчаниками так называемой надзорненской серии. Мощность ее достигает 850 *м*.

Западнее р. Белой отложения палеоцена — нижнего эоцена в нижней части выражены карбонатным флишем (свита Цице), а в верхней — терригенным флишем (свиты Горячего Ключа, ильская, зыбзинская). Эоцен же представлен глинисто-мергельной толщей, параллелизуемой с соответствующими свитами (кутаисской, калужской, кумской, белоглинской) Центрального Предкавказья. Суммарная мощность здесь палеоцена и эоцена составляет 2000—2700 *м*.

В междуречье Малки и Баксана отложения палеоцена и нижнего эоцена из разреза выпадают. В районе г. Нальчика палеоцен сложен оливково-серыми мергелями, флоридиновыми глинами («нальчикины»).

В Дагестане палеоцен представлен красноцветными мергелями на севере и сероцветными на юге, выше которых залегают известняки и мергели, сопоставляемые по возрасту с верхами черкесской свиты. Далее по разрезу следуют мергели кумской и белоглинской свит.

Майкопская серия (Pg_3—N_1mk). Для различных районов Кавказа отложения майкопской серии (олигоцен — нижний миоцен) расчленяются по-разному (на два или три отдела), что в значительной мере затрудняет их параллелизацию. В нижней части олигоцена выделяется характерный горизонт, получивший название хадумского. Он представлен бурыми карбонатными глинами с пластом остракодовых мергелей в средней части разреза. Залегающая выше хадумского горизонта часть майкопской серии, сложенная некарбонатными глинами с прослоями песков и песчаников, имеет различное расчленение в пределах Северного Кавказа. В Центральном Предкавказье (по К. А. Прокопову) выделяются шесть свит: баталпашинская, септариевая, зеленчукская, караджалгинская, ольгинская и рицевская, общая мощность которых составляет 600—850 *м*. К северу, в районе Ипатово, разрез майкопа становится более песчанистым. В Западном Предкавказье майкопские отложения делятся на нижний (хадумский), средний и верхний отделы. Вблизи южной границы своего распространения они представлены песчаниками и конгломератами, сменяющимися к северу глинами с прослоями алевролитов и песчаников. Мощность среднего майкопа увеличивается к северу от 200 до 700 *м*. Верхнемайкопские отложения представлены глинами мощностью до 300 *м* и более.

В Восточном Предкавказье породы майкопской серии по схеме Н. С. Шатского разделяются на нижний и верхний майкоп. Нижний майкоп включает хадумский, муцидакальский и миатлинский горизонты, представленные песчанистыми глинами с прослоями песчаников. Мощность 650—700 *м*. Верхний майкоп подразделяется на свиты— рики и зурамакентскую, сложенные темными листоватыми глинами. Мощность их 600—750 *м*.

Средний миоцен (N_1^2 — *тортонский ярус*). Тарханский горизонт представлен на Северном Кавказе пластом серого или бурого мергеля или известковистой глины мощностью до 3 *м*. Чокракский горизонт в районе Тамани выражен глубоководными глинистыми осадками с прослоями доломитизированных мергелей. К востоку они сменяются более мелководными — известняками-ракушечниками, песками и конгломератами. Мощность чокрака для Западного Предкавказья не превышает 200—250 *м*. В Центральном Предкавказье чокрак представлен известковистыми глинами, мергелями, с прослоями песков и ракушечников. Мощность его достигает 700 *м*. В Терской депрессии чокрак выражен толщей глин мощностью 700—200 *м*, в верхней части чередующихся с пластами песчаников, которые являются коллекторами

нефти. Аналогичный разрез чокрака отмечается и для территории Северного Дагестана (бассейн р. Сулака).

Караганский горизонт на большей части Предкавказья литологически однообразен. Он представлен толщей бурых и серых слоистых глин, местами с прослоями мергелей, песков и песчаников. Мощность его составляет 250—350 *м* в Западном Предкавказье, 40—300 *м* в Центральном и 200—450 *м* в Восточном.

Конкский горизонт характеризуется очень незначительной мощностью (от 4 до 10 *м*) и представлен глубоководными слоистыми глинами с прослоями мергелей.

Нижний сармат ($N_1^3s_1$) выражен преимущественно глубоководными, темными, листоватыми глинами с прослоями доломитизированных мергелей. В Западном и Центральном Предкавказье в разрезе его появляются прослои известняков, а также песков и песчаников. В Дагестане и Восточном Предкавказье снова преимущественно развиты глубоководные фации глинистого состава. Максимальная мощность нижнего сармата (300 *м*) установлена для района Черных гор. К северу она уменьшается.

Средний сармат ($N_1^3s_2$). В Центральном и Западном Предкавказье выделяются две его фациальные разности: 1) нижняя — глубоководная часть разреза (криптомактровые слои), представленная глинами с прослоями мергелей; 2) верхняя — более мелководная (горизонт «с типичной фауной»), представленная песчанистыми глинами, песками, песчаниками, детритусовыми и оолитовыми известняками. Мощность криптомактровых слоев изменяется от 40 до 270 *м*, а мелководных образований — от 32 до 120 *м*. Восточнее Военно-Грузинской дороги и до Каспийского моря отложения среднего сармата представлены мощной глинистой толщей. В Дагестане — в верхней и нижней частях среднего сармата появляются прослои песков и песчаников, которые на юге Дагестана составляют основную часть разреза. Мощность среднего сармата в Терской депрессии 500—800 *м*, в Черных горах — 100—200 *м*, в Дагестане — 700 *м*. На Ставропольском поднятии выделяются горизонты «с типичной фауной» и мамайский.

Верхний сармат ($N_1^3s_3$). В Западном Предкавказье верхний сармат представлен как глубоководными, так и мелководными образованиями вплоть до песчаников и конгломератов (Майкопский район). Мощность его от десятков до 250 *м*. В пределах Ставропольского поднятия верхний сармат сохранился на ограниченных площадях. Он сложен песчано-глинистыми образованиями и конгломератами в нижней части разреза и ракушечниками — в верхней. Мощность 60—170 *м*. В Восточном Предкавказье, в Черных горах, верхний сармат представлен сланцеватыми глинами грозненской свиты К северу она переходит в песчано-глинистую толщу (мощностью 200—400 *м*) с прослоями известняков-ракушечников. В Северном Дагестане нижняя часть верхнего сармата представлена мощной глинистой толщей (300—500 *м*), которая выше сменяется песчано-глинистыми образованиями с прослоями известняков-ракушечников (200—300 *м*).

Мэотический ярус (N_1^3m). На Таманском полуострове отложения яруса представлены песчанистыми глинами с прослоями песков, ракушечников и диатомитов мощностью 150—200 *м*. В Западном Предкавказье мэотис выражен мелководными известняками и глинами с прослоями алевролитов, песков и местами конгломератов. Мощность 100—350 *м* На восточной окраине Ставропольского поднятия отложения мэотиса представлены прибрежными фациями — песками, глинами и ракушечниками. В Восточном Предкавказье морские отложения мэо-

тиса окаймляются широкой полосой континентальных образований, представленных конгломератами, суглинками, глинами и песками. Эти отложения, названные В. П. Ренгартеном лысогорской свитой, имеют мощность 500—1000 *м* и залегают на разных горизонтах сармата. По возрасту они относятся к мэотису и, возможно, к понту. Лысогорская свита широко распространена в южной части города Орджоникидзе. В Прикаспийской полосе Дагестана мэотис отсутствует.

Плиоцен (N_2) широко развит в Азово-Кубанском, Терско-Кумском и Дагестанском артезианских бассейнах.

На Тамани понтические отложения (N_2^1p) представлены фацией так называемых «валенциеннезиевых глин» мощностью до 300 *м*. Литологически они выражены глинами, песками, песчаниками, ракушечниками и известняками. Они подразделяются на два горизонта, нижний из которых именуется новороссийским, а верхний — босфорским. Восточнее, в предгорных районах, эта фация замещается чередованием известняков-ракушечников, песков, песчаников и конгломератов. Севернее отложения понта представлены глинистой фацией. Мощность колеблется от десятков до 400—600 *м*.

Киммерийский ярус (N_2^2km) представлен глинами со сферосидеритами, глинистыми песками, песчанистыми глинами и ракушечниками. К этому ярусу на Таманском полуострове приурочены прослои оолитовых бурых железняков, которые в середине толщи составляют рудный (камышбурунский) горизонт Тамани и Керчи мощностью 25—50 *м*. Мощность киммерийского яруса на Тамани 150—200 *м*, а в более восточных и северных районах — 400, 700 *м* и более.

Куяльницкий ярус (N_2^2kl) представлен толщей песков и глин мощностью 10—25 *м* на Тамани и 100—500 *м* в нижнем течении Кубани. На Тамани на образованиях куяльницкого яруса залегают пески-ракушечники, глины с прослоями галечников таманского горизонта.

На большей части площади Азово-Кубанской депрессии отложения среднего плиоцена (по Г. Н. Родзянко) представлены надпонтической толщей серовато-зеленых и красноцветных глин, алевритов и подчиненных им песков, а в южной части депрессии — и галечников. Мощность толщи 500—900 *м*. В районе г. Ейска верхние горизонты ее выделены Г. И. Поповым (1955) под названием «танаисских» слоев. Разрез надпонтической серии заканчивается *скифскими слоями* (N_2^3sk), представленными чередованием кирпично-красных, красно-бурых и зеленовато-серых неслоистых глин с отдельными прослоями песков, супесей и галечника. Мощность скифских глин 10—45 *м*. Общая мощность плиоцена в Западном Предкавказье 400—500 *м*, а в наиболее глубоких погружениях Кубанской впадины 1000—1500 *м*.

На территории Центрального Предкавказья отложения плиоцена присутствуют главным образом по окраинам Ставропольского поднятия. Представлены они песчано-известковистыми образованиями мощностью 4—20 *м*. На западном склоне Ставропольского поднятия к плиоцену относятся частично красноцветные породы армавирской свиты. В Восточном Предкавказье к понтическому ярусу предположительно отнесены континентальные образования верхней части лысогорской свиты.

Акчагыльский ярус (N_2^3ak) залегает на всей площади трансгрессивно и только в горном Дагестане местами ингрессивно на разных горизонтах неогена. Севернее р. Терека и на Каспийском побережье акчагыл представлен глинами с прослоями песков. К западу и к югу они постепенно замещаются ракушечниками, песками и галечниками Далее на юго-запад эти глины замещаются конгломератами, галечни-

ками, песками и суглинками, образующими мощную континентальную толщу. Мощность отложений акчагыла к югу от Терека и на Сулаке достигает 300—400 *м*, а в районе Самура — 500—800 *м*.

Апшеронский ярус (N_2^3ар). Отложения апшеронского яруса по фациальному характеру близки акчагыльским. В Терской депрессии они представлены преимущественно песчано-глинистыми и морскими мелководными образованиями. В юго-западной части эти отложения обогащаются галечным материалом и переходят в континентальную толщу. Мощность отложений апшерона в южной части Терской депрессии колеблется от 100 до 200—500 *м*, а к северу от р. Терека она составляет 300—900 *м*. На территории Дагестана мощность отложений апшерона сокращается до 50—75 *м* и только в Кусаро-Дивичинском прогибе за счет континентальной толщи конгломератов, песков и песчаников, относимых условно к апшерону (кусарской свите), она достигает 500—1000 *м*. В западной части Сунженского хребта к верхнему плиоцену относится мощная туфогенно-осадочная толща, сложенная конгломератами, туфоконгломератами, пемзами, туфопесчаниками. Мощность толщи 500—1000 *м*. В нижней части ее преобладают песчано-глинистые породы с прослоями галечников, которые относятся к свите рухо-дзаур и представляют собой образования аллювиально-пролювиального (возможно, и флювиогляциального) типа. Распространение пород свиты рухо-дзаур характерно для предгорий Большого Кавказа. Они развиты на участке между реками Тереком и Череком, где с резким угловым несогласием налегают на конгломераты мэотиса и понта.

Четвертичные отложения широко развиты как в горных областях Кавказа, так и в предгорных и межгорных депрессиях. В горных областях выделяются следующие генетические типы: ледниковые отложения (морены) — грубообломочные, неотсортированные накопления; флювиогляциальные, аллювиальные и пролювиальные отложения — валунно-галечниковые образования, пески, суглинки; озерные отложения (суглинки); отложения склонов (делювиальные, оползневые, солифлюкционные); вулканические образования (лавовые потоки и покровы, скопления туфов, пепла и пемзы).

В предгорных и межгорных депрессиях развиты: пролювиальные и аллювиально-пролювиальные отложения предгорных наклонных равнин, образованных слиянием обширных конусов выноса (галечники, суглинки, пески); аллювиальные образования террас (галечники, суглинки, пески); покровы лёссовидных суглинков полигенного происхождения; морские отложения, представленные мелководной фацией (конгломераты, галечники, пески, ракушечники, суглинки, глины).

В равнинной части Предкавказья широким распространением пользуются четвертичные отложения в Кубанской и Терской депрессиях, где их мощность достигает 200—300 *м*. Континентальные образования представлены террасами, уровни которых постепенно снижаются к северу, и отложения более молодых террас нередко перекрывают более древние. Сложены они песчано-галечниковыми образованиями, перекрытыми с поверхности (кроме самых молодых террас) делювиальными суглинками мощностью до 50—80 *м*. На территории междуречья Маныча, Кумы и Терека большим развитием пользуются эоловые накопления, образующие песчаные барханы и являющиеся продуктами развевания верхнехвалынских песков в начале голоцена.

В Восточном Предкавказье широко развиты четвертичные песчано-глинистые отложения нескольких трансгрессий Каспия. Разрез четвертичных отложений Восточного Предкавказья следующий.

В основании разреза залегают отложения верхнего плиоцена, представленные суглинками; выше — серые и буровато-серые песчанистые глины бакинского яруса мощностью от 50 *м* на севере до 200 *м* на юге, которые перекрываются серыми глинами и песками, реже супесями и суглинками хазарского яруса мощностью 80—100 *м* на севере и до 220 *м* на юге. На них залегают литологически сходные отложения хвалынского яруса, мощность которых изменяется от нескольких метров на западе и до 100 *м* на востоке.

Голоценовые (новокаспийские) отложения песчано-глинистого состава имеют мощность в несколько метров и слагают низменную часть Каспийского побережья. Вдоль этого побережья, начиная от г. Махачкалы и до Апшеронского полуострова, осадки четвертичных трансгрессий залегают в виде маломощных горизонтов (несколько метров) на поверхности цокольных абразионно-аккумулятивных морских террас. Представлены они песками, галечниками, конгломератами и известняками-ракушечниками (хазарский ярус).

На Черноморском побережье Кавказа четвертичные отложения представлены морскими террасами абразионного или абразионно-аккумулятивного происхождения.

Магматизм

Проявления магматизма на Кавказе подразделяются по времени на два этапа — палеозойский и альпийский.

Палеозойский магматизм. В палеозойском магматизме выделяются три главные генерации: древнепалеозойская (догерцинская), среднепалеозойская (раннегерцинская) и позднепалеозойская (позднегерцинская).

Ранний палеозой. Магматизм раннего палеозоя недостаточно изучен. О его проявлении свидетельствует первоначальновулканогенный состав глубокометаморфизованных образований, развитых в зонах Главного и Передового хребтов (породы хасаутской свиты и, возможно, кристаллические и метаморфические сланцы бассейна р. Лабы).

Средний палеозой. Наиболее ранние проявления среднепалеозойского магматизма в нижнем и среднем девоне выражены мощными образованиями основных и кислых лав и их пирокластов в зоне Передового хребта (Лабино-Малкинская и Тырны-Аузская зоны). Среднепалеозойскому времени, по-видимому, также соответствует формирование известного на Кавказе уруштенского комплекса.

Поздний палеозой. Интрузии позднепалеозойского времени представлены в зоне Передового хребта интрузиями «красных», или «северных гранитов» (малкинские граниты, массивы даховского и сохрайского гранитов).

В зоне Главного хребта позднепалеозойскому времени соответствуют мощные синорогенные интрузии гранитов типа Главного хребта, которые представляют собой разнообразный в фациальном отношении комплекс пород, из которых наибольшим развитием пользуются так называемые «серые граниты», слагающие основную часть гранитных интрузий Главного хребта.

Альпийский магматизм. Альпийский магматизм Кавказа проявлялся, начиная с юры и кончая антропогеном и представлен различными по составу образованиями интрузивного и эффузивного типов. К наиболее ранним проявлениям магматизма (нижний и средний лейас) относятся внедрения диабазов, образование покровов кератофиров и даек диабазов долины р. Черека, многочисленные малые интру-

зии и покровы разнообразного состава Северо-Западного Кавказа. Предположительно, в меловое время образовались интрузии Теплинского типа и граниты Эльджурты. В палеогене и неогене магматизм проявился активизацией многочисленных вулканов (Казбекской, Эльбрусской и других групп), давших мощные покровы лав и туфов андезито-базальтового и трахитового состава, а также образованием гибабиссальных интрузий пород кислого состава Минераловодской группы (Бештау, Змейка и др.).

Тектоника

По схеме тектонического районирования Кавказа Е. Е. Милановского и В. Е. Хаина (1963) описываемая территория располагается в пределах двух зон: Предкавказья и складчатого сооружения Большого Кавказа.

Территория Предкавказья, по данным геофизики и глубокого бурения, представляет собой эпигерцинскую платформу, складчатое основание которой сложено палеозойскими породами, а осадочный чехол— мезозоем и кайнозоем. В средней части Предкавказья складчатое основание приподнято и образует Ставропольское поднятие, которое к югу через Минераловодский выступ соединяется с мегантиклинорием Большого Кавказа.

В южной части эпигерцинской платформы располагается зона передовых прогибов, представленная Западно-Кубанским, Восточно-Кубанским, Терско-Каспийским и Кусаро-Дивичинским прогибами, наиболее крупными из которых являются Западно-Кубанский и Терско-Каспийский. Прогибы выполнены мощными толщами кайнозойских отложений типа молассов и контролируют распространение наиболее крупных артезианских бассейнов Предкавказья.

Мегантиклинорий Большого Кавказа в структурном отношении представляет собой крупное складчато-глыбовое сооружение резко асимметричного строения, простирающееся с ЗСЗ на ВЮВ и имеющее протяжение 1300 *км*, при ширине от 100 до 200 *км*. В продольном направлении мегантиклинорий Большого Кавказа разделяется на несколько частей, относительно приподнятых или опущенных. Более приподнята центральная часть Кавказа, которая образует антиклинорий Главного хребта, сложенного в наиболее приподнятой его части палеозоем, а в опущенной — отложениями лейаса. В строении центральной части мегантиклинория и его крыльев существенную роль играют более мелкие тектонические элементы, характеризующие структурно-фациальную зональность Кавказа.

На центральном, наиболее приподнятом участке Северного Кавказа, между реками Белой и Череком, выделяются:

1. Лабино-Малкинская зона (Северо-Кавказская моноклиналь, по Л. А. Варданянцу, «Зона Передового хребта с ее северной подзоной», по Г. Д. Афанасьеву), являющаяся северным крылом мегантиклинория. Эта зона обладает двухъярусным строением. Нижний ярус образует складчатые породы палеозоя, в строении которых четко выделяются три поперечных участка: Малкинское поперечное поднятие, Кубано-Зеленчукский прогиб и Лабинское поднятие. Верхний ярус представляет пологую моноклиналь образованную отложениями мезозоя.

2. Тырны-Ауз-Пшекишская шовная зона, примыкающая с юга к Лабино-Малкинской зоне в виде узкой (от 2 до 10 *км*) полосы. Эта полоса осложнена системой крутых продольных разломов, контролирующих проявление разновозрастных интрузивных и эффузивных образований

(от Pz до Q). Наличие разломов обусловливает блоковое строение зоны с явлениями дифференциального перемещения смежных блоков. В строении зоны участвуют мощные толщи интенсивно дислоцированных палеозойских отложений и образования нижней и средней юры, также в значительной степени дислоцированные.

3. Горст-антиклинорий Главного хребта, в современной структуре Центрального Кавказа являющийся основным осевым поднятием. Он сложен кристаллическими сланцами и гнейсами нижнего и среднего(?) палеозоя, которые на значительных пространствах интрудированы гранитоидами среднего и верхнего палеозоя. Для структуры горст-антиклинория Главного хребта характерно наличие глубоких разломов широтного и западного — северо-западного направлений. К последним приурочены приразломные узкие грабены и грабен-сиклинали, выполненные сильно метаморфизованными отложениями лейаса (Архызско-Клычская, Адылсуйская и Штулу-Харесская депрессии). Эти структуры расчленяют горст-антиклинорий на 4 кулисообразно расположенных блока: Тебердинский, Балкаро-Дигорский, Софийский и Осетинский. Балкаро-Дигорский блок в северной части (с запада и востока) ограничен глубокими поперечными разломами северо-восточного простирания, которые проникают в зону Главного хребта из соседней Тырны-Аузской зоны. К поперечным разломам приурочены плиоцен-четвертичные вулканические массивы: Эльбрусский и Верхне-Чегемский.

Северо-западная часть мегантиклинория Большого Кавказа прослеживается к западу от Пшехско-Адлерской зоны разломов, с которой связано быстрое погружение пород фундамента. Крайним западным звеном антиклинория Главного хребта является Чугушское поднятие, расположенное в верховьях рек Белой и Пшехи. С погружением его роль осевого поднятия Главного хребта выполняет Гойтхский антиклинорий, образованный западным продолжением полосы юрских пород южного обрамления антиклинория Главного хребта. Южное крыло Гойтхского антиклинория срезается крупным разрывом (Бекишейский надвиг) и граничит с Новороссийским синклинорием южного склона, сложенным флишевыми толщами верхнеюрского, мелового и нижнепалеогенового возраста.

Северное крыло мегантиклинория по своему строению существенно отличается от южного. Слагающие его верхнеюрские и меловые породы, образующие структурный ярус, несогласно залегают на аален-байосских отложениях Чугушского поднятия и Гойтхского антиклинория. Выделение здесь Абино-Гунайской зоны производится на основании типичной складчатости промежуточного типа.

Крайнее северо-западное окончание Кавказского горного сооружения представлено своеобразными структурами зоны Таманского полуострова. В свете современных представлений, Таманская складчатая зона рассматривается как соединительное звено между складчатыми структурами Кавказа и Крыма. Для ее структуры характерно наличие брахиантиклиналей и куполов диапирового строения, осложненных разрывами и грязевыми вулканами.

Восточнее Казбекского поперечного глубинного разлома, имеющего северо-восточное простирание, наблюдается резкое погружение древнего фундамента Большого Кавказа. В структурном отношении здесь выделяются:

1. Два крупных поднятия типа горст-антиклинориев Бокового и Главного хребтов. Антиклинорий Бокового хребта (Дарьяло-Богосский) является непосредственным продолжением антиклинория Глав-

ного хребта Центрального Кавказа. Антиклинорий Главного хребта Восточного Кавказа возникает как осложнение южного крыла антиклинория Главного хребта Центрального Кавказа в связи со значительным его расширением, проявляющимся к востоку от трассы Военно-Грузинской дороги. Антиклинории Главного и Бокового хребтов Восточного Кавказа характеризуются чрезвычайно напряженным мелкоскладчатым строением и разделяются пространственно Бежитинским грабен-синклинорием, в пределах которого складчатость слагающих пород менее напряжена и степень их метаморфизма более слабая. С юга антиклинорий Главного хребта Восточного Кавказа граничит с флишевой зоной Восточного Кавказа.

2. Крупное поперечное поднятие, именуемое «Дагестанским клином», в строении которого участвуют известняки мальма, неокома и верхнего мела (зона известнякового Дагестана). Нижний ярус его сложен сланцами бат-байосского и верхнеааленского возраста, которые обнажаются в глубоких врезах долин. Для зоны известнякового Дагестана отмечается характерное складчатое строение в виде крупных, длинных и сундучного типа антиклиналей с плоскими сводами и почти вертикальными крыльями.

На территории Южного Дагестана наблюдается резкое сокращение образований верхней юры и мела и развитие структуры Уллучайского антиклинория северо-западного простирания. В своде этого антиклинория выступают сланцы аален-байоса.

Уллучайский антиклинорий от структуры Бокового хребта Восточного Кавказа отделяется Бейбулагским синклинорием, который на северо-западном своем продолжении сливается со структурой известнякового Дагестана. В пределах синклинория развиты породы средней и частично верхней юры (титон).

Дальнейшее продолжение структуры Восточного Кавказа находится за пределами описываемого региона.

Основные этапы геологического развития Северного Кавказа

В истории геолого-структурного развития Кавказа выделяются три основных этапа: догерцинский, герцинский и альпийский.

Догерцинский этап. Геологическая история формирования Кавказа в этот период очень мало изучена. Предполагается существование геосинклинального режима, при котором происходило накопление мощных вулканогенно-осадочных толщ пород фундамента.

Герцинский этап (силур — ранняя пермь) на ранней стадии характеризуется продолжением развития существующих геосинклинальных прогибов и заложением новых (силур—нижний карбон). В среднем карбоне — нижней перми происходило замыкание геосинклиналей, образование горных сооружений, межгорных и предгорных впадин.

Предполагается, что в среднем палеозое на территории Предкавказья располагался широкий миогеосинклинальный прогиб, заполнявшийся песчано-сланцевыми толщами. В верхнем палеозое образуется Ставропольское поднятие, а в верхнем карбоне складчатыми поднятиями была охвачена территория Западного Предкавказья, а в конце нижней перми — Восточное Предкавказье.

В пределах Лабино-Малкинской зоны в среднем палеозое образовалась так называемая Кисловодская геосинклиналь, сложенная нижним и средним палеозоем, которая в конце верхнего палеозоя была интрудирована гипербазитами, а в перми — гранитоидами (красными гранитами).

На территории Тырны-Ауз-Пшекишской и южной части Лабино-Малкинской зон в среднем палеозое развивался узкий, но глубокий Северо-Кавказский прогиб эвгеосинклинального типа, в котором предполагается несогласное залегание на нижнем палеозое песчано-конгломератовой толщи силура и чередующихся карбонатно-сланцевых и очень мощных обломочно-вулканогенных образований нижнего девона — нижнего карбона. В конце нижнего карбона по разломам Тырны-Аузского шва происходило внедрение сложных по составу интрузивных комплексов.

В позднем палеозое в Северо-Кавказском прогибе начинаются вновь опускания. В пределах Тырны-Ауз-Пшекишской зоны закладываются межгорные впадины (узкие грабен-синклинали), а в южной части Лабино-Малкинской зоны развиваются мульдообразные впадины, которые заполняются мощными толщами (порядка 5000 *м*) сероцветных угленосных молосс среднего — верхнего карбона и красноцветных — нижней перми.

В зоне Главного хребта Центрального Кавказа на протяжении герцинского этапа развивалась крупная геоантиклиналь, которая уже с начала карбона стала подвергаться интенсивному размыву. В верхнем карбоне — нижней перми в зоне Главного хребта происходили интенсивные внедрения гранитоидных интрузий.

История развития восточной части Большого Кавказа в палеозойское время пока не изучена.

Альпийский этап характеризуется четырьмя основными стадиями геологического развития: начальной (верхняя пермь—триас), ранней (лейас—доггер), средней (мальм—эоцен), поздней (олигоцен—антропоген).

Начальноальпийская стадия. В верхней перми территория Большого Кавказа (расположенная севернее Тырны-Ауз-Пшекишской зоны) и Ставрополье явились областями поднятий и размыва. В Восточном Предкавказье располагался внутриматериковый бассейн платформенного типа, в котором накапливались красноцветные отложения. На южном склоне Главного хребта продолжалось развитие геосинклинального прогиба, унаследованного от герцинского этапа, в котором отлагались осадки аспидной формации. По ее северной окраине протягивалась цепочка рифов на месте зоны Главного хребта. На значительной части Тырны-Ауз-Пшекишской зоны продолжал свое существование узкий межгорный прогиб, в котором шло отложение континентальных красноцветных молосс. В триасе с юга произошло проникновение моря на территорию Западного Кавказа, в результате чего образовался субплатформенный бассейн. В этом бассейне происходило накопление карбонатных осадков.

Раннеальпийская стадия. В это время произошло значительное расширение к северу и востоку морского бассейна геосинклинального прогиба южного склона Большого Кавказа. Максимума трансгрессии достигали в домере, позднем тоаре, раннем аалене и байосе. В Предкавказье происходило отложение осадков небольшой мощности платформенного типа. Южнее Тырны-Ауз-Пшекишской зоны мощность осадков значительно увеличивается и они постепенно переходят в осадки миогеосинклинального типа. В осевой зоне геосинклинали Большого Кавказа широкое развитие получают подводно-вулканогенные образования спилито-кератофиров, переслаивающиеся с аспидными сланцами.

В конце доггера в осевой зоне Большого Кавказа возникают поднятия, развитие которых к концу келловея приводит к образованию основных антиклинориев Северо-Западного, Восточного и Юго-

Восточного Кавказа, а также к возрождению горст-антиклинория Центрального Кавказа.

Среднеальпийская стадия. В результате поднятий, проявлявшихся в конце средней юры, на территории Большого Кавказа происходит обособление двух прогибов, отличающихся своим тектоническим режимом и характером осадконакопления. На северном склоне продолжает существовать неглубокий прогиб, в котором происходит отложение карбонатных и частично обломочных осадков мощностью до 2000—3000 *м*.

Позднеальпийская стадия охватывает заключительную стадию геосинклинального развития Кавказа, проявляющуюся завершением формирования складчато-глыбовых сооружений (мегантиклинориев) и образованием сопряженных с ними краевых и межгорных прогибов. В этот период общее воздымание Кавказа охватывает территорию Лабино-Малкинской зоны, превращая ее в моноклинально построенное крыло антиклинория Центрального Кавказа. В олигоцене резко усиливается погружение территории Северо-Кавказского прогиба, вследствие чего он постепенно приобретает асимметричное строение и интенсивно заполняется морскими песчано-глинистыми осадками олигоцен-миоцена (нижняя молосса). В конце миоцена из сферы опускания выключается Ставропольское поднятие, а с конца миоцена — территория Восточно-Кубанского прогиба. В результате этого единый Предкавказский прогиб разделяется на два передовых прогиба — Индоло-Кубанский и Терско-Каспийский. С конца сармата и до настоящего времени в Терском прогибе происходит накопление мощных (континентальных и морских) песчаных, грубообломочных и глинистых толщ (верхних молосс). В осевой части прогиба в течение плиоцена и антропогена возникают два крупных антиклинальных поднятия — Терский и Сунженский.

В конце сармата и в мэотисе имело место резкое усиление воздымания Большого Кавказа, сопровождавшееся проявлением магматизма в эффузивной и субвулканической форме.

Одним из важнейших событий геологической истории антропогена Кавказа является проявление обширного оледенения, которое по времени соответствует оледенению Русской равнины. В отличие от последнего на Кавказе проявлялось в основном оледенение горно-долинного типа, которое существовало на протяжении нижнего, среднего и верхнего плейстоцена и сопровождалось накоплением соответствующего комплекса осадков.

Геоморфология

В настоящее время считается наиболее перспективным изучение рельефа в тесной связи с геологической структурой и палеогеографическими условиями его развития (Герасимов, 1948; Хаин, 1950; Сафронов, 1962).

В соответствии с этим на территории Северного Кавказа выделяются геоморфологические провинции, отвечающие альпийской орогенной области Большого Кавказа и эпигерцинской платформе Предкавказья

Геоморфологическая провинция Большого Кавказа

Эта провинция объединяет сложные по строению и различные по возрасту структурные области северного склона Большого Кавказа. В общем структурном плане рассматриваемой провинции они образуют концентрические и многоярусные структурные комплексы, разде-

КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

Рис. 6 Схема геоморфологического районирования Северного Кавказа (Составил И Н Сафронов)

Геоморфологическая провинция Большого Кавказа *Область высокогорного альпийского рельефа на дюорских складчато-глыбовых структурах* *1* — высокие эрозионно тектонические горы с древнеледниковыми формами и современным оледенением, *2* — высокие эрозионно-тектонические горы с реликтами древнеледниковых форм *Область высокогорного и среднегорного рельефа на раннеальпийских складчато-глыбовых структурах:* *3* — высокогорный и среднегорный рельеф межгорных эрозионно тектонических депрессий, *4* — среднегорная структурно эрозионная межгорная депрессия, *5* — высокие эрозионно тектонические горы *6* — средневысотные эрозионно денудационные горы *Область среднегорного рельефа на позднеальпийских складчатых структурах:* *7* — средневысотные структурно-денудационные горы (куэсты); *8* — высокие и средние эрозионно тектонические горы (переходная куэстовая область) *9* — средневысотные структурно денудационные горы и плато, *10* — средневысотные структурно-денудационные горы *Область низкогорного и холмистого рельефа на новейших (неогеновых) складчатых структурах* *11* — низкие горные гряды и депрессии, *12* — низкие структурно денудационные горы и плато, *13* — низкие горы и возвышенности *Область низкогорного и холмистого рельефа на растущих плиоцен-четвертичных складчатых структурах* *14* — низкие горные гряды и депрессии, *15* — холмистый рельеф *Область наклонных предгорных и межгорных аллювиальных терасированных равнин* *16* — верхнеплиоценовые и *17* четвертичные террасы, *18* — прибрежно-морские аккумулятивно абразивные четвертичные равнины и террасы *Вулканический рельеф миоцен четвертичного возраста* *19* — вулканические конусы и наторья, *20* — отпрепарированные лакколиты и другие интрузивные формы, *21* — сопки грязевых вулканов *22* — площади развития современных ледников и снежников

Геоморфологическая провинция Предкавказья. *Область аккумулятивных равнин Терско Кумской впадины:* *23* — аллювиальные четвертичные равнины, *24* — террасы низовьев р Терека с покровом лессов, *25* — аллювально морские верхнечетвертичные равнины, *26* — морские хвалынские и послехвалынские равнины, *27* — дельтовые аллювиально-морские позднехвалынские и современные равнины, *28* — озерно аллювиальные послехвалынские равнины; *29* — крупные массивы закрепленных и развиваемых песков

Область аккумулятивных равнин Кубанской впадины *30* — лессовые аккумулятивно эрозионные плиоцен-четвертичные равнины, *31* — аллювиальные четвертичные равнины и *32* — террасы низовьев р Кубани с покровом лессов, *33* — дельтовые аллювиальные современные равнины, *34* — аллювиально морские четвертичные террасы Маныч ского прогиба *Область структурно-денудационных плато и эрозионно-аккумулятивных равнин Ставропольского поднятия* *35* — эрозионно-денудационные высокие равнины и депрессии *36* — останцовые структурно денудационные плато, *37* — пластовые эрозионно денудационные высокие равнины, *38* — эрозионно-аккумулятивные холмистые равнины

ленные четко выраженным несогласным залеганием и перерывом в осадконакоплении. Каждый из структурных комплексов, сложенный породами определенного литологического состава, занимает определенное гипсометрическое положение и характеризуется определенными типами горного рельефа. По возрасту они относятся к трем циклам складчатости: герцинской, альпийской (мезозой — палеогеновой) и новейшей (неоген-четвертичной).

Высокогорный альпийский рельеф области герцинской складчатости. Данная область соответствует наиболее приподнятой части Большого Кавказа и объединяет системы Главного и Передового высокогорных хребтов Складчато-глыбовая структура сохраняет четкие следы нарушений герцинского орогенеза и отражает сложные тектонические преобразования альпийского цикла В зависимости от сочетания экзогенных факторов, преобразующих первичный тектонический рельеф, здесь выделяются следующие типы рельефа (рис. 6).

Высокие эрозионно-тектонические горы с широким развитием форм древнеледникового рельефа получили развитие в пределах центральной и западной частей системы Главного Кавказского хребта, в которой объединяются собственно Главный, или Водораздельный, хребет, Боковой (Суганский) хребет и их многочисленные поперечные отроги с максимальными абсолютными высотами до 4500—5000 *м*. Общие морфологические черты системы Главного хребта отражают сложную складчато-глыбовую структуру, сформировавшуюся последовательно в различные фазы герцинского и альпийского орогенезов и новейших поднятий Большого Кавказа. Соотношения между рельефом и структурой здесь весьма сложны и многообразны. Герцинские складчатые структуры проявляются в рельефе главным образом через литологию пород.

Альпийские разломы определяют общее продольное направление отдельных хребтов С новейшими сводово-глыбовыми поднятиями связано формирование высокогорного рельефа.

В преобразовании первичного тектонического рельефа системы Главного хребта главная роль принадлежит водной эрозии, экзарационной и аккумулятивной деятельности четвертичных ледников, активно протекающей в условиях нивального климата, а также процессам морозного выветривания и гравитационным перемещениям горных масс Следы четвертичного оледенения наложены на древние эрозионные формы и выражены в рельефе в виде троговых долин, каров, отполированных скал и стадиальных морен С нивально-гравитационными процессами связано образование лавинных борозд, поверхностей нивации, безрусельных ложбин на склонах и накопление мощных шлейфов осыпей у их подножия.

Высокие эрозионно-тектонические горы с реликтами древнеледниковых форм характерны для Передового хребта, который не представляет единого горного сооружения, а выражен отдельными массивами с высотами до 3000 *м*, разобщенными глубокими поперечными ущельями Здесь выявляются в общем такие же соотношения между элементами структур разного возраста и основными формами рельефа, какие отмечены выше для Главного хребта

Высокогорный и среднегорный рельеф области раннеальпийской складчатости. В данной области объединяются раннеальпийские (докелловейские) складчатые структуры, сложенные нижне- и среднеюрскими сланцевыми толщами В их пределах получают развитие межгорные депрессии и система глубоко расчлененных горных хребтов с высотами от 2000 до 3500—4000 *м*

Межгорные эрозионно-тектонические депрессии представляют собой характерные элементы рельефа высокогорной части Большого Кавказа Здесь наиболее отчетливо выражены три продольные депрессии Загедано-Архызская, Штулинская и Бежитинская Выполняющие их нижнеюрские отложения собраны в синклинальные складки и опущены по линиям древних (докелловейских) продольных разломов, по которым движения происходили и позднее К депрессиям приурочены широко разработанные продольные участки главных рек (Б Лаба, Б. Зеленчук, Урух, Аварское и Андийское Койсу) и долины их продольных притоков В формировании их рельефа принимали участие и четвертичные ледники Наиболее приподнятые участки Штулинской и Загедано-Архызской депрессий находятся в области современного оледенения

Межгорная структурно-эрозионная депрессия расположена между Боковым и Передовым хребтами на юге и Скалистым хребтом на севере Она тянется широкой (до 20—30 *км*) полосой от р Белой на северо-западе до р Аргуна на юго-востоке, где постепенно теряет свою морфологическую самостоятельность В центральной части депрессия наиболее приподнята и имеет вид глубоко расчлененного плато (Бечесынское плато) Депрессия отвечает полосе распространения моноклинально залегающих нижне- и среднеюрских песчано-сланцевых толщ и выделена в рельефе в результате их глубокой речной эрозии В формировании рельефа центральной и восточной частей депрессии существенную роль играли процессы древнего оледенения

Высокие эрозионно-тектонические горы с реликтами древнеледниковых форм получают развитие в области северо-западного и юго-восточного погружений Главного хребта, сложенных нижнеюрскими сланцевыми толщами Общее морфологическое строение и направление отдельных хребтов определяется главным

образом складчатыми структурами и, ограничивающими их, альпийскими продольными разломами. В зависимости от глубины эрозионного их расчленения основные формы рельефа имеют как прямые, так и обратные соотношения с элементами складчатой структуры.

Формирование вторичных форм рельефа связано с древним, преимущественно верхнечетвертичным, оледенением и эрозионно-денудационными процессами. Формы древнегляциального рельефа (троги, кары), выработанные в малоустойчивых глинистых сланцах, подверглись интенсивному разрушению, но все же на юго-восточном продолжении Главного хребта они выражены достаточно отчетливо. Современное оледенение проявляется локально. Оно приурочено к отдельным, наиболее высоким, горным массивам. В связи с континентальностью климата важную роль в формировании современного рельефа здесь играют процессы механического выветривания горных пород и плоскостная денудация.

Средневысотные эрозионно-денудационные горы характерны для юго-восточного продолжения Бокового хребта. К северо-востоку от продольного отрезка долины р. Самура, в пределах довольно обширной области, в толще песчано-глинистых отложений нижней и средней юры получают развитие симметричные складки. Они обычно сильно размыты и образуют господствующие здесь инверсионные формы рельефа. По общему характеру рельефа, а также преобладающим геоморфологическим процессам (эрозия, денудация, механическое выветривание) данная область напоминает смежную высокогорную область Главного и Бокового хребтов. Однако благодаря меньшим высотам здесь не выражены формы гляциального рельефа.

Среднегорный рельеф области позднеальпийской складчатости. Данная область охватывает зону развития позднеальпийских (доолигоценовых) моноклинальных и складчатых структур, сложенных карбонатными и флишевыми породами верхней юры и мела. В зависимости от типов складчатости и степени геоморфологической выраженности структурных элементов здесь могут быть выделены следующие типы рельефа.

Средневысотные структурно-денудационные горы (куэсты) протягиваются от горных массивов Фишт и Оштен на северо-западе до р. Уруха на юго-востоке. Моноклинально залегающие карбонатные породы образуют куэсты — верхнеюрскую (Скалистый хребет) и верхнемеловую (Джинальский, Боргустанский и другие хребты). Куэсты выделены эрозией продольных рек и сохраняются в рельефе благодаря бронированию их поверхности известняками. Разделяющая их продольная депрессия соответствует полосе распространения песчано-глинистых отложений нижнего мела.

Куэстовые хребты высотой до 2000—2500 *м* расчленяются многочисленными долинами главных поперечных рек на отдельные массивы, имеющие характер наклонных плато на западе и коротких с острым гребнем хребтов на востоке.

Высокие и средние эрозионно-тектонические горы протягиваются от р. Уруха до западной границы Внутреннего Дагестана (р. Аргун). Здесь моноклинальное залегание верхнеюрских и меловых пород осложняется складчатостью и разрывными нарушениями. В связи с этим типичных куэстовых форм в данном районе не наблюдается. В районе рек Терека и Ассы хребты и разделяющие их продольные депрессии, связанные с одними и теми же породами и ограниченные громадными сбросами, повторяются дважды. Скалистый хребет здесь достигает наибольшей высоты (более 3000 *м*). Поэтому

северные его склоны несут типичные кары, иногда даже короткие троговые долины со следами морен и остаточных озер Среди других элементов рельефа существенную роль играют карстовые формы, связанные с карбонатными отложениями нижнего мела

Средневысотные структурно-денудационные горы и плато (до 2000—2500 *м*) распространены в пределах Внутреннего Дагестана, где тектоническое строение полосы развития мезозойских пород еще более усложняется Складчатость этих пород приобретает коробчатую форму Различное сочетание тектонических факторов обусловливает многообразные формы генетических соотношений рельефа и складчатых структур прямые, обратные, переходные и вновь образованные прямые На северной периферии Внутреннего Дагестана морфологически выражены хребты моноклинального строения

Среди элементов рельефа широко представлены формы, связанные с процессами избирательного выветривания (структурные террасы, фигуры выветривания устойчивых пород) и гравитационными процессами Наблюдаются также явления закарстования карбонатных пород

Средневысотные структурно-денудационные горы характерны для складчатой флишевой области Северо-Западного Кавказа В центральной части области, примерно до меридиана Геленджика, где складчатые структуры наиболее приподняты, преобладают обращенные формы рельефа Антиклинальным структурам соответствуют продольные депрессии, выработанные в отложениях нижнего мела Синклинальное строение имеют хребты, сложенные верхнемеловыми породами Эти хребты во многих местах прорезаны реками, и главный водораздел Кавказа многократно переходит с хребта на хребет, то далеко отходя от берега моря, то приближаясь к нему Северо-западное окончание флишевой области характеризуется преобладанием форм рельефа, согласованных со структурой и продольным расчленением Отдельные хребты большей частью представляют антиклинальные своды или их крылья, между которыми располагаются продольные синклинальные долины

На Черноморском побережье складчатые структуры флишевых пород срезаются четвертичными морскими террасами Современный берег Черного моря на участке Сочи—Анапа — абразионный, ровный, на участке Геленджик—Новороссийск — абразионно-бухтовый

Низкогорный рельеф области новейшей (неогеновой) складчатости. Эта область охватывает зону развития моноклинальных и складчатых структур палеогеновых и неогеновых отложений предгорий В рельефе ей соответствуют низкие горные гряды и возвышенности, которые местами приобретают характер плато

Низкие горные гряды выражены в центральной части предгорий между реками Белой и Кубанью Эта площадь, сложенная породами неогена, сильно переработана эрозионно-аккумулятивными процессами, и на большей ее части сформировались наклонные террасированные равнины

Низкие структурно-денудационные горы и плато развиты в восточной части предгорий В Северной Осетии выделяются моноклинальные гребни, связанные с неогеновыми известняками, восточнее, в Чечено-Ингушетии, отдельные хребты обнаруживают прямую связь с антиклинальными структурами В предгорьях Дагестана наблюдаются более сложные соотношения рельефа и структур Здесь наряду со структурными (моноклинальные хребты) и прямыми тектоническими формами (антиклинальные хребты, синклинальные котловины) выражены формы обращенного рельефа (синклинальное плато)

В некоторых антиклиналях, где эрозия достигла стойких пород верхнего мела, возрождаются прямые формы рельефа (гора Кокурт-баш).

Складчатые предгорья Дагестана переходят в прибрежную террасированную морскую равнину. Здесь прослеживаются бакинская (до 250 *м*), нижнехазарские (200, 150 и 110 *м*), нижнехвалынские (75 и 45—50 *м*), верхнехвалынские (26, 16 и 12 *м*) и новокаспийская (5,5—6 *м*) террасы. Современный берег Каспийского моря абразионно-аккумулятивный. В связи с продолжающейся регрессией моря (резкий спад уровня за последние 30 лет) вдоль берега усиливается аккумуляция пляжевых отложений.

Низкие горы и возвышенности характеризуют геоморфологические особенности западных предгорий. Параллельно вытянутые низкие хребты и гряды здесь связаны с выходами пород палеогена и неогена, выделенными в результате размыва складчатых структур. Возвышенности расчленяются многочисленными поперечными долинами левобережных притоков р. Кубани и густой балочной сетью.

Низкогорный и холмистый рельеф на растущих плиоцен-четвертичных структурах. Низкогорный и холмистый рельеф получает развитие в расположенном к северу складчатом поясе предгорий, в области передовых хребтов Восточного Предкавказья и на Таманском полуострове. В связи с молодостью складчатых структур и их активным ростом в позднем плиоцене и в четвертичное время здесь наиболее отчетливо выражена прямая связь тектоники и рельефа.

В Восточном Предкавказье выражены две цепи антиклинальных хребтов и возвышенностей, сложенных неогеновыми и частью четвертичными отложениями. Северная цепь состоит из Терского хребта, Гудермесской, Грозненской и Алдынской возвышенностей, в южной — объединяются Кабардинский и Сунженский хребты. Последние разделены широкой синклинальной долиной р. Алханчурта.

Рельеф Таманского полуострова связан с его своеобразной тектонической структурой. Здесь выражена система брахиантиклинальных складок, разделенных обширными синклинальными мульдами, к которым приурочены соответственно возвышенности и плоские равнины. Гребни возвышенностей несут на себе многочисленные конусы грязевых сопок. Пониженные участки мульд часто заняты лиманами.

Предгорные наклонные аллювиальные террасированные равнины. Наклонные равнины занимают широкую полосу предгорий на участке от р. Белой на западе до р. Сунжи на востоке. Южной границей их является зона современных выходов верхнемеловых пород в центральной части предгорий и палеогеновых и неогеновых отложений — в западной и восточной их частях. На севере они ограничены широтным отрезком р. Кубани, долиной р. Суркуль и передовыми антиклинальными хребтами Восточного Предкавказья. К собственно наклонным равнинам относятся Кубанская, Минераловодская и Кабардинская. Осетинская и Сунженская равнины наследуют межгорные синклинальные прогибы, выполненные плиоценовыми и четвертичными отложениями. Такие же равнины получают развитие и в предгорьях Дагестана (Сулакская и Самурская). Прорезающие их речные долины широко разработаны и террасированы. Кроме внутридолинных террас, здесь прослеживаются на больших пространствах междуречные террасовые поверхности.

Вулканический рельеф. На северном склоне Центрального Кавказа отчетливо выражены формы проявления новейшего (миоцен-четвертичного) магматизма. Они представлены как эффузивными, так и интрузивными образованиями. Формы эффузивного вулканизма характерны

для Казбекского и Эльбрусско-Чегемского районов, где они выражены в виде мощных вулканических конусов (вулканы Эльбрус и Казбек) и обширных лавовых и туфовых покровов (Нижне- и Верхне-Чегемский районы).

В интрузивной форме новейший магматизм получил наиболее полное выражение в районе Пятигорья. Здесь на севере Минераловодской террасированной равнины поднимается 18 вершин высотой до 1400 *м* (гора Бештау), известных в литературе под названием «лакколитов Пятигорья». Кроме лакколитов, здесь выделяются и другие структурные формы — экструзии и дайки. Все они находятся в разной стадии денудации, что в значительной степени определяет особенности их морфологии.

Геоморфологическая провинция Предкавказья

Данная геоморфологическая провинция, охватывающая низменные и возвышенные равнины Предкавказья, относится к молодой эпигерцинской платформе. В результате неравномерных движений, связанных с альпийским орогенезом Кавказа, на платформе образовались, с одной стороны, обширные впадины и прогибы, а с другой — поднятия. В новейший этап тектонического развития Предкавказья на месте областей устойчивых прогибаний формировались низменные аккумулятивные равнины, а на поднятиях — структурно-денудационные плато и эрозионно-аккумулятивные равнины.

Аккумулятивные равнины Терско-Кумской впадины. В пределах Терско-Кумской впадины формирование равнин происходило в четвертичное время в условиях преобладающих погружений и было связано как с континентальной (аллювиальной, лёссовой, озерной), так и с морской аккумуляцией.

Аллювиальные равнины с покровом лёссов тянутся широкой полосой в западной части Терско-Кумского междуречья и по левобережью р. Кумы, от Георгиевска до Восточного Маныча. Их формирование происходило в течение всего четвертичного времени за счет аккумуляции аллювиальных и субаэральных осадков на западном борту Терско-Кумской впадины. Аллювиальные равнины расчленены речной и овражно-балочной сетью, принадлежащей системе р. Кумы, а также многочисленными мелкими ложбинами. На междуречьях, в верхней толще лёссовидных суглинков, довольно широко развиты суффозионные формы рельефа, представленные пологими западинами разной формы и величины.

Аллювиально-морские равнины занимают обширные пространства в центральной части Терско-Кумского междуречья к востоку от меридиана сел. Левокумского. Они представляют собой древние слившиеся дельты рек Кумы, Горьской балки и Куры. Однообразие их рельефа местами нарушается озеровидными понижениями, занятыми солончаками, дефляционными котловинами, действующими и пересохшими речными руслами и песчаными массивами.

Морские равнины получают развитие в восточной части Терско-Кумского междуречья вплоть до берегов Каспийского моря. Среди них наибольшую площадь занимают слабонаклонные, местами взбугренные равнины, сложенные морскими осадками нижнехвалынской и верхнехвалынской трансгрессии Каспия. К востоку эти равнины переходят в более молодые слабонаклонные равнины, вышедшие из-под воды после регрессии максимальной стадии новокаспийского моря. Их поверхность осложнена озерами, слабо врезанными руслами

рек, а также остаточными прибрежными образованиями типа лагун и береговых валов. Вдоль побережья Каспийского моря тянется неширокая полоса сильно заболоченных равнин, вышедших из-под уровня моря после 1929 г. и почти не затронутых процессами денудации.

Дельтовые аллювиально-морские равнины занимают обширные пространства в низовьях рек Терека и Сулака. Их формирование происходило на месте Передового прогиба в течение верхнехвалынского и новокаспийского времени. Дельты расчленены многочисленными руслами действующих и отмерших рукавов и проток главных рек. Значительные площади заняты плавнями. В приморской полосе дельты распространены дюны из морских песков.

Среди морских равнин Прикаспийской низменности выделяются *озерно-аллювиальные равнины*. Они представляют собой днища широких плоскодонных ложбин, выполненных озерно-аллювиальными отложениями. Значительные площади заняты ими в низовьях р. В. Маныча.

Характерной особенностью геоморфологии аллювиально-морских и морских равнин Терско-Кумского междуречья является широкое развитие *эолового дефляционно-аккумулятивного рельефа*. Слабо закрепленные пески занимают обширные площади в пределах Терского песчаного массива, в Бажиганских песках и в низовьях р. Кумы. В ряде мест среди них встречаются небольшие массивы развеваемых песков, появление которых обычно связано с деятельностью человека. Закрепленные пески приурочены к древним разливам рек.

К типам эрозионно-аккумулятивного рельефа, развитым в пределах Терско-Кумской равнины, относятся *террасированные долины* рек Кумы, Терека и Куры.

Аккумулятивные равнины Кубанской впадины. В пределах Кубанской впадины формирование равнин происходило в позднем плиоцене и в четвертичное время в условиях неравномерных движений и было связано с аккумуляцией континентальных (лёссовых, аллювиальных) отложений.

Лёссовые аккумулятивно-эрозионные равнины занимают бóльшую, северную часть Кубанской впадины. Эти равнины формировались в условиях медленного прогибания впадины, сменившегося в четвертичное время слабым поднятием. В их основании залегает мощная толща плиоценовых пресноводных отложений: пестроцветные глины и пески с прослоями гравия. Выше по разрезу выделяется устойчивый горизонт верхнеплиоценовых «скифских» красных глин, которые в свою очередь перекрываются четвертичными лёссовидными суглинками. Лёссовые равнины расчленяются долинами рек и многочисленными балками. В долинах отчетливо выражена заболоченная пойма. На их склонах прослеживаются верхне- и среднечетвертичные террасы, сложенные, так же как и современная пойма, суглинками и песками.

Аккумулятивные аллювиальные равнины с лёссовым покровом занимают пространства в южной части Кубанской впадины, между р. Бейсугом и широтным отрезком р. Кубани. Их формирование связано с четко определившимся северо-западным направлением р. Кубани в нижнечетвертичное время. Под лёссовидными суглинками здесь залегает горизонт песков нижнечетвертичной террасы р. Кубани, которая переходит на правый берег в районе г. Кропоткина и прослеживается широкой полосой до Ахтарского лимана Азовского моря. К западу, по направлению к дельте р. Кубани, поверхность этой террасы через слабо выраженный в рельефе уступ переходит в средне- и верхнечетвертичные террасы низовьев р. Кубани.

Дельтовые аллювиальные равнины занимают обширные пространства в низовьях р. Кубани, к западу от меридиана станицы Марьянской. Их формирование происходило в условиях преобладающих новейших погружений района за счет аккумуляции аллювиальных наносов. Современная дельта расчленяется руслами Кубани и Протоки, многочисленными руслами временно действующих рукавов и мелких проток. На ее поверхности выделяются прирусловые гряды, межгрядовые понижения и связанные с ними озера и заболоченные плавни.

Аккумулятивно-эрозионные равнины Манычского прогиба. Современные долины рек Маныча заложен в пологом синклинальном прогибе. В его пределах происходила связь Черного и Каспийского морей в верхнем апшероне и в четвертичное время (в бакинское, хазарское время и в начале хвалынского века), которая периодически нарушалась в связи с изменением их режима и поднятиями в центральной части прогиба.

С новейшими периодическими поднятиями в Манычском прогибе связано формирование эрозионно-аккумулятивных равнин. Они представляют собой морские террасы древнего пролива. В восточной части прогиба, в области преобладающих четвертичных погружений, получают развитие морские и озерно-аллювиальные аккумулятивные равнины.

Структурно-денудационные плато и эрозионно-аккумулятивные равнины Ставропольского поднятия. Формирование современного рельефа Ставрополья началось в плиоцене и продолжалось в четвертичное время под влиянием общих поднятий и дифференциальных движений локальных структур.

Эрозионно-денудационные, глубоко расчлененные, высокие равнины и депрессии получают развитие в южной части Ставропольского поднятия, в зоне так называемого Невинномысского антиклинория, объединяющего серию локальных антиклинальных структур, Янкульский купол и Сенгилеевскую антиклиналь, сложенные глинами майкопской серии. Зона Невинномысского антиклинория морфологически выражена в виде обширного понижения рельефа, в пределах которого разработаны широтные долины рек Кубани, Барсуков и Суркуля. На месте Янкульского купола и Сенгилеевского поднятия, пересекаемого долиной Егорлыка, образовались более или менее изолированные котловины, глубоко расчлененные балочной сетью. На склонах, сложенных майкопскими глинами, широко развиты оползни, оплывины и грязевые потоки (типа селей).

Останцовые структурно-денудационные платообразные возвышенности характерны для южной и центральной частей Ставрополья, где они связаны с выходом на поверхность пластов стойких пород среднего и верхнего сармата и чокракского горизонта. Наиболее обширные возвышенности сохранились от размыва в центральной части Ставрополья (Ставропольские и Бешпагирские высоты) и на правобережье Калауса. Они образуют наиболее древний уровень рельефа — поверхность выравнивания с реликтами плиоценовой речной сети (пески Косякинского карьера). Возвышенности расчленены широкими безрусельными ложбинами, которые от обрыва останцов переходят в глубокие балки их склонов. На пологих склонах возвышенностей, где вскрыты породы различной устойчивости, развит ступенчатый структурный рельеф.

Пластовые структурно-эрозионные высокие равнины получают широкое распространение в центральной части Став-

рополья и связаны с выходом на поверхность криптомактрового горизонта среднего сармата. Они расположены гипсометрически ниже останцовых возвышенностей и образуют второй ярус рельефа, увязывающийся с наиболее древней (верхнеплиоценовой) террасой рек Егорлыка и Калауса. Равнины расчленены пологими долинами притоков р. Калауса и балочной сетью.

Эрозионно-аккумулятивные равнины окаймляют Ставропольское поднятие с запада, востока и севера. Они сложены в основании красноцветными глинами армавирской свиты. На размытой поверхности красных глин залегают четвертичные суглинки, верхний горизонт которых имеет лёссовидный облик. Равнины расчленены терасированными долинами главных рек и балочной сетью. Их формирование протекало параллельно с накоплением покровных суглинков, так как разделяющие их погребенные почвенные горизонты повторяют неровности рельефа. На водоразделах, сложенных лёссовидными суглинками, широко распространены просадочные блюдца.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА РЕЖИМ ГРУНТОВЫХ ВОД

Фактором, оказывающим влияние на режим грунтовых вод, является сооружение ирригационно-мелиоративных и защитных систем по обвалованию неустойчивых берегов в низовьях рек. Некоторое влияние на режим напорных (частично и грунтовых) вод оказывают многочисленные фонтанирующие скважины без гидравлических затворов, а также глубокие буровые, находящиеся в неудовлетворительном техническом состоянии.

По многолетним наблюдениям Северо-Кавказского управления Гидрометеослужбы (УГМС) водный баланс поверхностного стока по бассейнам основных рек складывается следующим образом (табл. 2).

Таблица 2

Водный баланс поверхностного стока по бассейнам основных рек Северного Кавказа

Реки, гидростворы	Расход, *м³/сек*		
	среднегодовой	среднемаксимальный / наивысший	среднеминимальный / наименьший
Кубань у г. Краснодара	409,0	560,0 / 2040,0	273,0 / 15,0
Кума у г. Прикумска	10,0	29,7 / 144,0	3,7 / 1,0
Терек у станицы Каргалинской	282,0	382,0 / 1600,0	198,0 / 26,0
Сулак у сел. Миатлы	171,0	150,0 / 1250,0	30,0 / 25,0
Самур у сел. Казры	75,0	190,0 / 700,0	10,5 / 5,0

Твердый сток наносов основных рек характеризуется следующими данными (млн. *м³/год*): Кубани — 9,0, Терека — 14,0, Сулака — 7,3.

Естественные русла (живые сечения) рек Кубани и Терека способны пропускать не более чем по 1000 *м³/сек*, поэтому в низовьях их периодически возникают паводки разрушительной силы, защитные мероприятия против которых впервые были начаты в 1753 г.

Проблема борьбы с грозной стихией рек была окончательно решена лишь сравнительно недавно. Для снятия максимальных расходов в низовьях Кубани были построены Тщикское и Шапсугское регулирующие водохранилища с общей их емкостью до 520 млн. *м³*; заканчивается строительство Краснодарского и будут построены Зарнаковское и Крюковское водохранилища, емкость которых составит более 2 млрд. *м³*. Произведено обвалование 1050 *км* неустойчивых берегов рек Кубани и Протоки от г. Краснодара до г. Темрюка, что способствовало осушению 50 тыс. *га* заболоченных земель и предотвратило угрозу затопления населенных пунктов этой части Краснодарского края.

В связи со строительством в низовьях рек Терека и Сулака оградительных валов общей длиной 700 *км* и введением в строй Карагалинского шлюза — регулятора для сброса паводковых вод в староречья дельты прекратились катастрофические наводнения и произведено осушение более 70 тыс. *га* заболоченных земель.

Однако с общим понижением уровня грунтовых вод на территории осушенных плавней в низовьях рек Кубани, Терека и др. наблюдается почти повсеместное вторичное засоление почво-грунтов. Наряду с обвалованием неустойчивых берегов рек Терека и Сулака создаются регулирующие водохранилища и крупные рыбные водоемы: Малкинское, Баксанское, Ардонское, Ассинское, Терское с общей емкостью до 670 млн. *м³*, а также Кутан-Аульское, Урухское и Азамат-Юртовское емкостью до 1,3 млрд. *м³* и др. Общий объем всех водохранилищ превышает 3 млрд *м³*.

Древнее орошение на Северном Кавказе известно в районе Гудермесской площади, где сохранились некоторые следы оросительных систем. Орошаемое земледелие здесь возникло в 1760 г. и к 1880 г. были построены каналы: Сержен-Юртовский, Моктатаульский, Кохано-Черноярский, группа Ассинских, Лево-Аргунских, Чечено-Аульских, Малкинский, Кура-Марьинский, Старо-Теречный, Право-Теречный и др. До 1914 г. вышеперечисленные каналы обеспечивали орошение не более 50 тыс. *га*. В настоящее время общая площадь только орошаемых земель на Северном Кавказе (без Ростовской, Астраханской областей и Калмыцкой АССР) достигла 700 тыс. *га*.

Созданы и реконструированы следующие обводнительно-оросительные системы:

1. Кубанская, Петровско-Анастасиевская, Афипская, Приазовская и др. Общая длина оросительных каналов этих систем с внутрихозяйственной сетью превышает 5030 *км*, а их расход до 200 *м³/сек* обеспечивает обводнение 367 тыс. *га* и орошение 68 тыс. *га* только в Краснодарском крае. Одновременно с этим намечается строительство Марьяно-Чебургольской и Федоровской систем, а также реконструкции существующих (с доведением общего расхода этих каналов до 270—300 *м³/сек*) и увеличение орошаемых массивов, примерно, до 175 тыс. *га*.

2. Невинномысская и Право-Егорлыкская. Длина всех каналов этой системы превышает 3300 *км*, в том числе оросителей и обводняемых балок — 2916 *км* с суммарным их расходом до 120 *м³/сек*. В рассматриваемой оросительно-обводнительной системе созданы регулирующие водохранилища: Ново-Троицкое, Сенгилеевское, Егорлыкское и Буферное, общая емкость которых превышает 1 млрд. *м³*. Предусмат-

ривается строительство Лево-Егорлыкской ветви от Право-Егорлыкского канала. Эта ветвь должна иметь следующие распределители: Прикубанский, Выселковский, Буйский, Терновский, Белоглинский и др. с общей их длиной (включая оросительную сеть) более 3000 *км* и суммарным расходом порядка 400 *м*³/*сек*. При этом Право- и Лево-Егорлыкские системы обеспечат обводнение и орошение около 3,7 млн. *га* земель засушливых районов, в том числе до 2,5 млн. *га* в Краснодарском крае и до 1,4 млн. *га* — в Ставропольском.

3. Кубань-Калаусская. Здесь начато широкое строительство каналов в головной части для транзита 180 *м*³/*сек* воды, а также регулирующих водохранилищ «Большого» и «Широкого», общая емкость которых составит около 1,5 млрд. *м*³.

От Кубань-Калаусского канала намечается строительство Ставропольского (с расходом до 15 *м*³/*сек*) и Калаус-Кумского (расход около 40 *м*³/*сек*) каналов. Общая длина основных магистралей этой системы проектируется до 950 *км*, а обводняемых балок, мелких рек и внутрихозяйственной сети — до 5—6 тыс. *км*, что позволит обводнить и оросить примерно 3,2 млн. *га* засушливых земель Ставрополья и Калмыцкой АССР.

4. Терско-Кумская, с расходом головной части канала до 200 *м*³/*сек* (после реконструкций). В этой системе введены в эксплуатацию каналы: Наурско-Шелковской, Бурунный и др.; завершается строительство Кумо-Манычского, Левокумского и Черноземельного и предусматривается сооружение Каранагайского, Бажинского и Кумского каналов. Общая длина всех магистралей и распределителей данной системы около 1000 *км*, а суммарный их расход более 200 *м*³/*сек*. В концевой части Кумо-Манычского канала ведется строительство Чограйского водохранилища емкостью до 750 млн. *м*³ и Отказненского (в долине р. Кумы) — 130 млн. *м*³.

Освоение Терско-Кумской системы обеспечит обводнение и орошение не менее 3 млн. *га* земель засушливых районов Ставропольского края и соседних с ним автономных республик, в том числе около 1,2 млн. *га* Каранагайских и Кума-Ногайских степных пространств.

5. Терская, включающая Мало-Кабардинскую, Кура-Марьинскую, Сухо-Падинскую и другие системы. Длина оросительных каналов только Мало-Кабардинской системы более 1200 *км*, расход которых около 30 *м*³/*сек*.

6. Надтеречная с каналами: Алханчуртским, Эльхотовским, Гудермесским, Аргунским, Сунженским, Ассинским. В этой части бассейна р. Терека общая длина каналов превышает 1100 *км*, а их суммарный расход составляет 100—120 *м*³/*сек*.

7. Низовьев рек Терека, Сулака и Самура. Здесь наиболее крупными ирригационными системами являются: Старо-Теречная, Таловская, Бороздинская, Сулу-Чубутлинская, им. Октябрьской Революции, им. Дзержинского, Юзбашская, Гальминская, Кызыл-Юртовская, Дельтовая и Самур-Дербентская. Общая длина магистральных каналов превышает 1000 *км*, а суммарный расход только главнейших из них составляет 100—120 *м*³/*сек*, обеспечивает орошение 403 тыс. *га* земель в одной лишь Дагестанской АССР.

К 1980 г. должно быть закончено строительство Кубанско-Егорлыкской, Кубанско-Калаусской и Терско-Кумской ирригационных систем и завершена реконструкция существующих гидротехнических сооружений. Общая длина каналов и оросителей составит не менее 20 тыс. *км*, суммарный их расход достигнет 1000 *м*³/*сек*, а емкость регулирующих водохранилищ будет равна 13—15 млрд. *м*³ за счет стока рек — Кубани,

Кумы, Терека, Сулака и Самура. Это позволит обводнить и оросить примерно 8—10 млн. *га* засушливых районов Северного Кавказа.

Все существующие и проектируемые магистральные каналы ирригационных систем построены без гидроизоляции стенок (бортов) и донной их части. Фильтрационные потери транспортируемой воды характеризуются следующими данными по отдельным системам: Право-Егорлыкская — от 5 до 12%, левая ветвь Право-Егорлыкской — до 30%, Мало-Кабардинская — от 20 до 65%, системы Северо-Осетинской и Чечено-Ингушской АССР — от 10 до 65%; Наурско-Шелковская и им. Ленина от 5 до 37%; Терско-Кумская — от 5 до 55%; Кубанская, Афипская, Приазовская и другие дельты Кубани — от 5 до 48%. Этим объясняется ежегодный (в паводковые периоды) подъем уровня грунтовых вод на 0,5 *м* и более на орошаемых массивах, где нет еще дренажной сети (особенно Право-Егорлыкская обводнительно-оросительная система, в пределах которой наблюдается постепенное расширение подтопляемых земельных угодий).

Фильтрационные потери из оросителей в дельтах рек Терека и Сулака нередко достигают 40—60%. В последних, по материалам «ЮЖНИИГИМа», максимальный подъем уровня грунтовых вод отмечается в периоды вегетации и интенсивных поливов главным образом на массивах с диким (лиманным) способом орошения земельных угодий, где потери на фильтрацию составляют 0,05—0,10, реже — 0,24 *л/сек* на 1 *га*. В связи с этим происходит периодическое заболачивание и засоление пониженных участков, а поскольку речные воды (одного только Терека) ежегодно транспортируют до 5 млн. *т* растворенных солей, то и засоление почво-грунтов нередко достигает 70—97 *г/л*.

Значительный подъем уровня грунтовых вод фиксируется и вдоль оградительного обвалования в низовьях рек Кубани, Кумы, Терека и Сулака, местами с образованием заболоченностей в полосе шириной до 0,4—0,6 *км*. Некоторое влияние на режим грунтовых вод оказывают рыбные водоемы в дельте Терека, в районе Аракумских и Старо-Теречных озер и в Приазовье — в районе Черноярковского опреснительного канала, так как из этих водоемов происходят постепенные потери на фильтрацию. Поэтому на значительных подкомандных площадях наблюдается постоянный подъем уровня грунтовых вод с образованием заболоченностей, особенно в местных понижениях. В связи с этим создаются и мелиоративные системы преимущественно в дельтах рек Кубани, Терека и Сулака, где один лишь дренажный коллектор Кизляр—Каспий ежегодно сбрасывает в море до 6 млн. $м^3$ фильтрационных вод и около 90 тыс. *т* солей. К сожалению, радиус влияния каналов этой дренажной сети не превышает 200—250 *м*, а в низовьях р. Кубани — 75—100 *м*, что находится в тесной зависимости от фильтрационных свойств почво-грунтов.

По опыту эксплуатации Кубанской рисовой системы, в дренажную сеть с 1 *га* поступает не более 55% (0,44 *л/сек*) фильтрационных вод и до 45% (0,39 *л/сек*) собственно грунтовых. При этом солевой состав почво-грунтов остается благоприятным для выращивания на них рисовой культуры.

Как уже упоминалось, кроме вышеперечисленных факторов, на режим подземных вод оказывают влияние несколько тысяч фонтанирующих скважин без гидравлических затворов, скважины — «спутники» глубоких разведочных, скважины-«паразиты» (которые не все учтены и, следовательно, не ликвидированы) и глубокие разведочные скважины, особенно в период их проходки роторным способом.

Постоянно фонтанирующие скважины и «спутники» глубоких разведочных при бескрановом режиме эксплуатации влекут за собой нарушение режима напорных вод (районы городов Нефтекумска, Прикумска, Славянска и других населенных пунктов Северного Кавказа), что выражается в снижении пьезометрических уровней на 5—15 *м* и в образовании депрессионных воронок до 5—10 *км* (селения Озек-Суат, Затеречное, г. Кизляр и др.). Скважины-«паразиты» и глубокие разведочные нередко приводят к смешению напорных вод различных горизонтов, поглощению их безводными трещиноватыми и другими водопроницаемыми породами, а также обеднению газового и химического состава минеральных вод (группа КМВ, г. Нальчик, и др.).

В пределах западной части Прикубанской равнины имеется большое количество шахтных колодцев, длительная эксплуатация которых также способствует уменьшению запасов грунтовых вод и повышению их минерализации. Известны случаи полного истощения этих вод в районах сел Дивного, Птичьего, станиц Рождественской, Каменнобродской, Холмской и др., где теперь заброшено несколько сотен шахтных колодцев. Поэтому необходимо выработать комплекс мероприятий, обеспечивающих надежную охрану подземных вод на Северном Кавказе.

Часть вторая

Глава III

●

ОПИСАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

В настоящей главе приводится описание подземных вод, приуроченных к различным стратиграфическим горизонтам — от четвертичных до докембрийских включительно.

В связи с тем, что минеральные, промышленные и термальные воды на Северном Кавказе имеют широкое развитие и важнейшее народнохозяйственное значение, им посвящаются специальные разделы. Вопросы гидрогеологического районирования, формирования, зональности подземных вод и палеогидрогеологии также рассматриваются в особых главах.

На территории Северного Кавказа выделяются следующие водоносные комплексы: четвертичный, верхнеплиоценовый, среднеплиоценовый, нижнеплиоценовый, верхнемиоценовый, среднемиоценовый, нижнемиоценовый и олигоценовый, эоценовый, палеоценовый, верхнемеловой, нижнемеловой, верхнеюрский, среднеюрский, нижнеюрский, триасовый и палеозойско-докембрийский.

Классификация химического состава вод дается по преобладающим ионам, содержание которых превышает 25%.

ВОДЫ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Четвертичные отложения на территории Северного Кавказа имеют широкое распространение. По возрасту они разделяются на современные и древнечетвертичные, а по генетическим признакам — на делювиальные, эолово-делювиальные, эоловые, флювиогляциальные, аллювиальные, озерно-лиманные, древнеконтинентальные и морские.

Все вышеперечисленные отложения содержат подземные воды, которые по условиям их залегания разделяются на две группы — грунтовые и напорные.

Грунтовые воды, несмотря на небольшую глубину залегания и широкое практическое использование, изучены еще очень слабо. Они отличаются весьма разнообразным химическим составом и пестрой минерализацией.

Напорные воды изучены достаточно полно. Они имеют довольно выдержанный характер распространения и не отличаются такой пестротой минерализации и химического состава, как грунтовые, что позволяет установить их гидрохимическую зональность на значительных площадях.

ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ

Водоносный горизонт делювиальных отложений (Qd). Воды делювиальных отложений имеют широкое распространение на всей описываемой территории. Количество и качество их находятся в прямой зависимости от литологического состава и мощности водовмещающих отложений, условий питания и разгрузки горизонта.

В горной зоне воды горизонта дренируются многочисленными реками и балками, на склонах которых выходит большое количество родников. Дебиты их весьма различны и зависят от гранулометрического состава делювиальных образований. В пределах развития кристаллических пород докембрия и палеозоя делювий представлен преимущественно крупнообломочным материалом, являющимся хорошим коллектором. В пределах развития отложений нижней и средней юры, состоящих из терригенных образований, делювий является уже более глинистым, в связи с чем и водообильность его резко понижается.

В области распространения отложений верхней юры, сложенных карбонатными и терригенными породами (известняками, доломитами, песчаниками), в состав делювия входит большое количество крупнообломочного материала, что обусловливает его высокую водонасыщенность.

В зоне развития песчано-глинистой толщи нижнего мела (альб-готерива) делювий имеет преимущественно глинистый состав и характеризуется слабой водоносностью.

В районах развития карбонатных отложений валанжина и верхнего мела вещественный состав делювия близок к таковому верхней юры. Приуроченный к нему водоносный горизонт относится к числу водообильных.

В полосе распространения палеогеновых отложений, сложенных в основном песчано-глинистыми образованиями, делювий является преимущественно глинистым с редким включением мелкой щебенки, что обусловливает слабую водообильность водоносного горизонта в целом.

В области распространения майкопа делювий состоит исключительно из глинистого материала со спорадическим нахождением в нем воды.

В связи с весьма разнообразным литологическим составом делювия дебиты приуроченных к нему родников колеблются в широких пределах. Так, дебиты родников, выходящих из делювия в районах развития кристаллических пород докембрия и палеозоя, терригенных и карбонатных отложений верхней юры, валанжина и верхнего мела, изменяются от 1 до 15 *л/сек*. Расходы же родников, приуроченных к полосе распространения песчано-глинистых отложений нижней и средней юры, нижнего мела (альб-готерива), палеоцена и эоцена, в подавляющем большинстве не превышают 0,1 *л/сек*.

В области распространения майкопских глин делювий чаще является безводным. Исключение составляет территория западной части Северного Кавказа, где майкопская свита является более песчанистой и выходящие здесь родники имеют дебиты до 0,1 *л/сек*.

По степени минерализации воды делювия в области распространения кристаллических сланцев докембрия — палеозоя относятся большей частью к ультрапресным (минерализация не превышает 0,1 *г/л*), а по химическому составу — к гидрокарбонатно-кальциевым, реже к гидрокарбонатно-натриевым. Воды родников, выходящих из делювия в области распространения верхнеюрских, валанжинских и верхнемеловых отложений, имеют более высокую (0,5—0,8 *г/л*) общую минера-

лизацию. По химическому составу они относятся к гидрокарбонатно-кальциевым, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевым и сульфатно-кальциевым.

Воды родников, выходящих из делювия в области распространения отложений нижней и средней юры, песчано-глинистой толщи нижнего мела, палеоцена и эоцена, имеют пеструю минерализацию, изменяющуюся от 0,5 до 3 *г/л*. Химический состав воды при этом изменяется от гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевого до гидрокарбонатно-хлоридно-натриевого. Температура воды их находится в прямой зависимости от температуры воздуха и колеблется от 4 до 15°.

В делювиальных отложениях, залегающих на кристаллических породах докембрия и нижнего палеозоя, а также на песчано-глинистых сланцах нижней юры, наблюдаются иногда и углекислые минеральные источники, количественная и качественная характеристика которых приводится в специальном разделе.

В области лакколитов Пятигорья грунтовые воды приурочены к делювиальным шлейфам, состоящим из песчано-глинистого материала с большим количеством крупных и мелких обломков трахилипаритов и осадочных пород. В балках и на склонах гор выходят родники с дебитами до 3 *л/сек*. Воды их слабо минерализованные (до 0,5 *г/л*), по составу гидрокарбонатно-кальциевые, реже сульфатно-гидрокарбонатно-натриевые. На отдельных участках (горы Машук и Железная) в делювиальные отложения по тектоническим нарушениям с глубины поступают углекислые минеральные воды, которые смешиваются с водами делювия, увеличивают их общую минерализацию и изменяют ионный состав. Источники гор Развалка, Бештау, Верблюд каптированы и используются для водоснабжения г. Железноводска, поселков Иноземцево и Николаевки, совхоза «Темпельгоф».

В предгорной и равнинной частях территории, где развиты неогеновые (частично палеогеновые) и древнечетвертичные отложения, делювий носит глинистый характер с большей или меньшей примесью песчаного материала. Дебиты выходящих здесь родников составляют 0,01—0,1 *л/сек*, редко превышая 0,5 *л/сек*.

Глубина залегания водоносных горизонтов 1—15 *м*. Вследствие большой изменчивости литологического состава делювия в вертикальном и горизонтальном направлениях водоносные горизонты не имеют выдержанного распространения. Водообильность отложений слабая, коэффициенты фильтрации обычно не превышают 0,001 *м/сут*.

По степени минерализации и химическому составу воды делювия чрезвычайно пестрые (0,5—30 *г/л*). Химический состав их изменяется от гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевого до хлоридно-сульфатно-натриевого и хлоридно-натриевого. Воды с минерализацией до 1 *г/л* относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевым и сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевым, с минерализацией от 1 до 5 *г/л* — к сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевым и хлоридно-сульфатно-натриевым, а с минерализацией более 5 *г/л* — обычно к хлоридно-сульфатно-натриевым и реже к хлоридно-натриевым. В западной части Северного Кавказа, на территории Краснодарского края, общая минерализация вод делювия за редкими исключениями не превышает 1 *г/л* (рис. 7). В центральной части Северного Кавказа, на территории Ставропольского края, грунтовые воды делювиальных отложений имеют чрезвычайно пестрый химический состав и различную степень минерализации. Преобладают воды с минерализацией более 1 *г/л*, причем в бассейнах рек Кумы и Калауса встречаются горько-соленые воды, общая минерализация которых превышает 20 *г/л*.

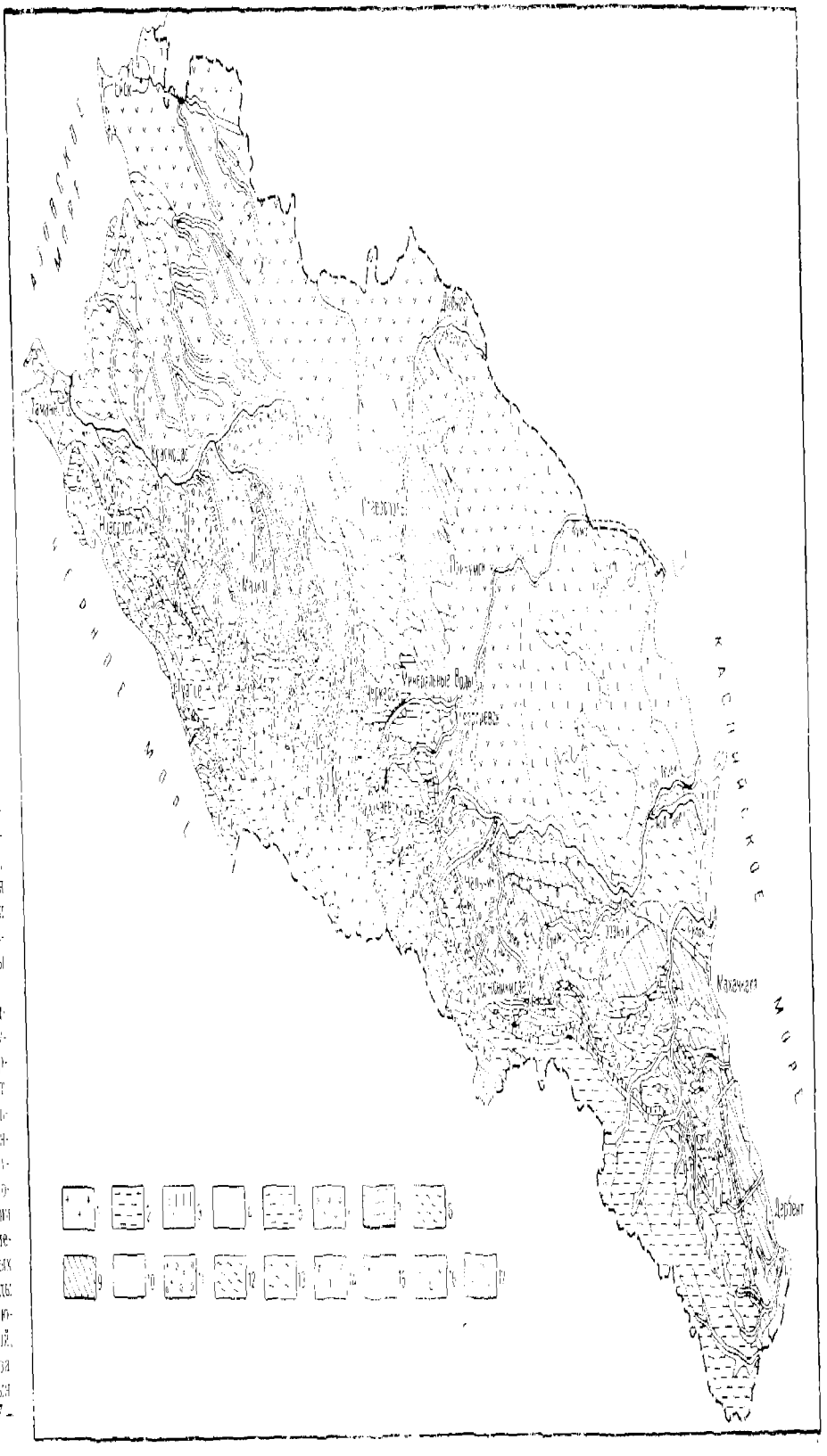


Рис. 7. Схематическая карта грунтовых вод четвертичных отложений Северного Кавказа (Составил Н. С. Погорельский)

Воды ледника: 1 — пресные в области развития докембрийско-палеозойских пород; 2 — пресные и с повышенной минерализацией, в области распространения эоценовых отложений и апшеронского яруса; 3 — с повышенной минерализацией, в области распространения среднемиоценовых отложений; 4 — пресные, в области распространения верхнемиоценовых отложений; 5 — пресные, в области распространения нижнемеловых отложений; 6 — пресные, в области распространения верхнемеловых отложений; 7 — пресные и с повышенной минерализацией, в области распространения палеоценовых и эоценовых отложений; 8 — минерализованные, в области распространения соленосных отложений майкопской серии; 9 — пресные, с повышенной и высокой минерализацией, в области распространения меловых отложений; 10 — пресные воды аллювия горных рек, с повышенной и высокой минерализацией — равнинных рек; 11 — пресные воды аллювиально-флювиогляциальных отложений глубоких предгорных впадин и долин рек Кубани, Терека, Кумы и их горных притоков; 12 — воды пестрой минерализации аллювиальных, морских и озерно-лиманных отложений дельт рек Кубани, Терека и Кумы; 13 — воды пестрой минерализации делювиально-эоловых образований; 14 — минерализованные воды современных морских отложений; 15 — воды пестрой минерализации морских отложений хвалынского и хазарского ярусов; 17 — ледники

Питание водоносных горизонтов делювиальных отложений в горной области осуществляется за счет атмосферных осадков, выпадающих в большом количестве (от 800 до 1000 *мм/год*), талых вод ледников и частично напорных вод дочетвертичных отложений. В равнинной части питание их происходит главным образом за счет атмосферных осадков, выпадающих уже в меньших количествах (от 300 до 800 *мм/год*), а также напорных вод дочетвертичных образований. В связи с этим динамические ресурсы водоносных горизонтов горной и равнинной частей описываемой территории весьма различные.

Воды делювия в горной области широко используются местным населением для питьевых и хозяйственных нужд. В равнинной части ввиду их повышенной и высокой минерализации они используются большей частью для хозяйственных целей, водопоя скота и в редких случаях для питья (табл. 3).

Водоносный горизонт эолово-делювиальных отложений (Qeol, d). Воды эолово-делювиальных отложений развиты в равнинной части Северного Кавказа — к северу, западу и востоку от Ставропольской возвышенности. Они приурочены к лёссовидным суглинкам, супесям и глинистым пескам, залегающим в виде прослоев среди мощной толщи суглинков различного возраста (от современного до нижнего отдела четвертичной системы включительно).

В отношении их генезиса существует ряд точек зрения и до настоящего времени этот вопрос не решен однозначно. С. А. Шагоянц (1959) описывает их как воды мощной толщи суглинков; на гидрогеологической карте грунтовых вод Европейской части СССР (редакторы А. Н. Семихатов, В. И. Духанина, 1955) они отнесены к водам проблематичного происхождения отложений верхнего, среднего и нижнего отделов четвертичной системы.

Глубины залегания грунтовых вод различны: в эрозионных врезах они обычно небольшие и варьируют от 2 до 10 *м*, а на водоразделах и их склонах увеличиваются до 25—50 *м* и более («закон балок» К. И. Лисицина).

Водообильность отложений слабая. Дебиты многочисленных колодцев, которыми широко пользуется местное население, в среднем не превышают 2—10 *м³/сутки*; коэффициенты фильтрации суглинков составляют 0,001—0,0001 *м/сутки* и менее.

Воды имеют весьма пеструю минерализацию (0,3—10 *г/л*). Слабо минерализованные воды (до 1 *г/л*) по составу относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевым (магниевым и натриевым); воды повышенной минерализации (от 1 до 3 *г/л*) — к сульфатно-гидрокарбонатно-натриевым, сульфатно-натриевым и сульфатно-хлоридно-натриевым (кальциевым и магниевым); с сухим остатком 3—5 *г/л* — к сульфатно-хлоридно-натриевым (кальциевым и магниевым) и хлоридно-сульфатно-натриевым и с сухим остатком от 5 до 10 *г/л* и более — к хлоридно-сульфатно-натриевым и реже к хлоридно-натриевым.

Пестрота минерализации и химического состава вод обусловлена различной засоленностью суглинков и их фильтрационными свойствами как по площади, так и по разрезу, а также характером рельефа местности. На территории Азово-Кубанской впадины преобладают воды с минерализацией менее 1 *г/л*, а в пределах Ставропольского поднятия они имеют преимущественно повышенную (1—3 *г/л*) минерализацию.

Питание описываемого горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. На склонах Ставропольского поднятия напорные воды некоторых дочетвертичных отложений частично разгру-

жаются в вышележащие эолово-делювиальные образования, принимая участие в дополнительном питании их.

Разгрузка описываемых грунтовых вод происходит в долинах рек и балок. Движение грунтового потока весьма замедленное; направление его, как правило, соответствует уклону местности.

Режим водоносного горизонта в течение года претерпевает большие изменения: летом, при минимальном количестве выпадающих осадков, уровни воды в колодцах резко понижаются, причем минерализация вод увеличивается. Весной и осенью, в периоды выпадения максимального количества осадков, уровень грунтовых вод повышается и минерализация их уменьшается.

Динамические ресурсы водоносного горизонта, по С. А. Шагоянцу (1959), для центральной части Северного Кавказа составляют около 1 *м*³/*сек*. Эта же величина может быть принята и для западной части Северного Кавказа.

Воды эолово-делювиальных отложений используются населением для питьевых целей и хозяйственных нужд. Наиболее широко они эксплуатируются на территории Краснодарского края, а также в засушливых степных районах Ставропольского края, где воды дочетвертичных отложений не могут быть использованы в целях водоснабжения вследствие их высокой минерализации (Петровский, Дивненский и другие районы). Эксплуатация водоносного горизонта производится неглубокими колодцами, которых (по данным кадастра) насчитывается более 4000. В среднем из каждого колодца в сутки отбирается до 5 *м*³ воды, что составляет 20 000 *м*³/*сутки*, или около $^1/_{10}$ динамических ресурсов водоносного горизонта (табл. 4).

Водоносный горизонт аллювиальных отложений (Qal). Воды аллювиальных отложений следует подразделить на две группы: воды аллювия рек, берущих свое начало в горной части Северного Кавказа (Кубань, Терек, Кума, Сулак, Самур и их притоки) и воды аллювия рек в равнинной части территории (Кирпили, Бейсуг, Челбас, Ея, Егорлык, Маныч и другие с притоками).

Аллювиальные отложения горных рек отличаются высокой водообильностью, причем воды их имеют минерализацию до 1 *г*/*л*. Аллювиальные образования равнинных рек слабоводоносные.

В горной области, где широко развита речная сеть, рассматриваемый водоносный горизонт развит как в современных аллювиальных отложениях, слагающих пойменные террасы, так и в древнеаллювиальных образованиях надпойменных террас. Водовмещающими породами здесь служат валунно-галечниковые отложения. Грунтовые воды залегают на глубине от 2 до 15 *м*. Глубины залегания водоносного горизонта постепенно увеличиваются по мере удаления от рек в направлении от более молодых к более древним террасам. Мощность его в современных аллювиальных отложениях изменяется от 5 до 10 *м*, а в древнеаллювиальных — от 10 до 45 *м*. С расширением долин рек возрастает площадное распространение аллювиальных отложений и увеличиваются ресурсы приуроченных к ним подземных вод.

В аллювиальных отложениях горной части Северного Кавказа наблюдается большое количество родников, дебиты которых колеблются от 1 до 10 *л*/*сек*, иногда достигая 40 *л*/*сек*. Удельные дебиты скважин, вскрывших эти отложения, изменяются от 10 до 20 *л*/*сек*. Так, в долине р. Терека (в 10—12 *км* к югу от г. Орджоникидзе) они составляют 14—15 *л*/*сек*, в долине р. Кубани (в районе г. Карачаевска) 10—12 *л*/*сек* и в долине р. Сочи 5—20 *л*/*сек*. Минерализация вод невысокая (0,8 *г*/*л*), причем наблюдается увеличение ее вниз по течению рек, что

Таблица 3

Гидрогеологическая характеристика грунтовых вод делювиальных отложений (Qd) в горной и предгорной частях территории

Номер водопункта на карте	Местоположение родника и его название	Абсолютная отметка выхода родника, м	Литологический состав водовмещающих пород	Дебит, л/сек	Температура воды, °С	Сухой остаток, мг/л	Жесткость воды, мг экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в %-экв)						Формула Курлова
								Cl^-	SO^{4}_{4}	HCO_3	$Na+K$	Mg	Ca	
	Ставропольский край													
1	На правом склоне р. Зеленчука, в 0,7 км ниже устья б. Богословской	1280	Суглинки	0,3–0,3	9	205	3,56	7/5	10/5	232/90	15/17	6/12	61/71	$M_{0,2}\frac{HCO^3_{90}SO^4_5Cl_5}{Ca_{71}(Na+K)_{17}Mg_{12}}$
2	В 3 км к ЮВ от южной окраины станицы Зеленчуковской	1060	„	0,3	19	232	3,2	8/5	48/22	189/73	3/—	12/34	44/66	$M_{0,2}\frac{HCO^3_{73}SO^4_{22}Cl_5}{Ca_{66}Mg_{34}}$
3	В 1,7 км к СВ от окраины станицы Кардоникской	920	„	2	15	784	12,4	28/4	337/46	354/50	26/7	52/33	164/60	$M_{0,8}\frac{HCO^3_{50}SO^4_{46}Cl_4}{Ca_{60}Mg_{33}(Na-K)_7}$
4	В 3,7 км к ЮВ от сел. Ниж. Теберда	1900	„	0,4	13	33	0,43	5/26	Следы/—	20/74	2/24	3/50	3/26	$M_{0,02}\frac{HCO^3_{74}Cl_{26}}{Mg_{50}Ca_{26}(Na-K)_{24}}$
18	Бассейн р. Худеса, в 0,7 км к югу от устья р. Тохана	2310	„	0,12	8	26	0,46	3/18	-	24/82	1/8	—	9/92	$M_{0,02}\frac{HCO^3_{82}Cl_{18}}{Ca_{92}(Na-K)_8}$
28	В 11,5 км к ЮЗ от окраины аула Хабаз	900	„	1	7	653	8,21	45/12	304/56	220/32	71/28	47/33	86/39	$M_{0,7}\frac{SO^4_{56}HCO^3_{32}Cl_{12}}{Ca_{30}Mg_{33}(Na+K)_{28}}$
29	В 3,8 км к СВ от окраины хут. Николаевского	680	„	0,16	—	1043	7,05	12/2	381/45	567/53	242/60	25/12	100/28	$M_{1,0}\frac{HCO^3_{53}SO^4_{45}Cl_2}{(Na+K)_{60}Ca_{28}Mg_{12}}$
34	Верховье балки Грязнушки, в 7,7 км к СВ от с. Александровского	270	„	—	8–10	3550	13,3	145/1	1865/79	610/20	908/75	51/8	183/17	$M_{3,6}\frac{SO^4_{79}HCO^3_{20}Cl_1}{(Na+K)_{75}Ca_{17}Mg_8}$

36	В 2,8 км к ССЗ от окраины с. Садового	527	„	—	—	1082	14,5	22/4	499/56	454/40	90/21	88/39	146/40	$M_{1,1}$	$\frac{SO^4_{56}HCO^3_{40}Cl_4}{Ca_{40}Mg_{59}(Na+K)_{21}}$
40	Юго-восточная окраина хут. Чкаловского	370	Пески	0,03	11	1010	5,8	161/27	358/43	305/30	149/43	26/14	134/43	$M_{1,0}$	$\frac{SO^4_{43}HCO^3_{30}Cl_{27}}{Ca_{31}(Na+K)_{43}Mg_{14}}$
44	В 3,6 км к З от хут. Ново-Александровского	202	Суглинки	0,4	—	496	16,2	29/9	171/41	268/50	60/31	25/25	75/44	$M_{0,5}$	$\frac{HCO^3_{50}SO^4_{41}Cl_9}{Ca_{24}(Na+K)_{31}Mg_{25}}$
45	В 6 км к ЮЗ от окраины ст. Каменнобродской	240	„	0,81	—	1372	51,6	123/16	900/84	—	—	26/11	323/89	$M_{1,4}$	$\frac{SO^4_{84}Cl_{16}}{Ca_{89}Mg_{11}}$
50	В 2,5 км к ЮЮВ от пос. Родниковского	345	„	0,05	11	1116	1,59	74/10	374/45	479/45	372/90	6/3	22/7	$M_{1,2}$	$\frac{HCO^3_{45}SO^4_{45}Cl_{10}}{(Na+K)_{90}Ca_5Mg_5}$
55	Хутор Фельдмаршальский, восточная окраина	152	„	0,01	12	3095	93,1	517/28	1463/63	329/9	399/34	183/30	363/36	$M_{3,0}$	$\frac{SO^4_{63}Cl_{55}HCO^3_{8}}{Ca_{36}(Na-K)_{34}Mg_{30}}$
57	В 5 км к ССВ от с. Гофицкого	297	—	0,1	13	658	8,1	29/7	278/52	268/41	67/28	35/26	104/48	$M_{0,7}$	$\frac{SO^4_{52}HCO^3_{41}Cl_7}{Ca_{43}Mg_{26}(Na+K)_{26}}$
60	В 5,2 км к Ю от с. Николина Балка	130	Пески	1,3	-	440	2,4	36/12	141/40	202/48	113/70	49/30		$M_{0,4}$	$\frac{HCO^3_{48}SO^4_{40}Cl_{12}}{(Na+K)_{70}Mg_{49}}$
63	Город Ставрополь, северо-западная окраина	566	Суглинки	0,16	8,6	316	5,4	4/2	21/8	292/90	8/6	5/7	101/87	$M_{0,3}$	$\frac{HCO^3_{90}SO^4_{8}Cl_2}{Ca_{87}Mg_{7}(Na+K)_{6}}$
67	В 10,5 км к ЮВ от окраины с. Спицевка	313,5	„	0,7	15	995	15,8	36/5	387/65	372/30	140/29	94/36	152/35	$M_{1,0}$	$\frac{SO^4_{65}HCO^3_{30}Cl_5}{Mg_{56}Ca_{35}(Na+K)_{29}}$
79	Гора Развалка, западный склон	512	„	0,005	16	2129	25,8	49/7	1466/92	15/1	152/20	115/30	327/50	$M_{2,1}$	$\frac{SO^4_{92}Cl_7HCO^3_{1}}{Ca_{50}Mg_{30}(Na+K)_{20}}$
89	Город Пятигорск, западный склон горы Горячей	499	„	1,65—2,16	21	2988	15,3	499/38	573/32	670/30	497/59	39/8	242/33	$M_{0,4}$	$\frac{Cl_{38}SO^4_{32}HCO^3_{30}}{(Na+K)_{59}Ca_{33}Mg_{8}}$

Таблица 4

Гидрогеологическая характеристика грунтовых вод эолово-делювиальных отложений (Qeol, d) равнинной части Северного Кавказа

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), установившийся уровень воды (знаменатель), м	Дебит скважины, л/сек (числитель), понижение м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг экв/л	Содержание ионов (числитель – в мг/л, знаменатель – в % экв): Cl	SO_4''	HCO_3	Na+K	Mg	Ca	Формула Курлова
	Краснодарский край														
1	В 1,8 км к югу от ст-цы Абадзехской	384	Пески	6/5	0,1/2	0,05	756	8,7	16/15	315/60	259/25	58/22	17/8	148/70	$M_{0,8}\frac{SO^4_{60}HCO^3_{25}Cl_{15}}{Ca_{70}(Na+K)_{22}Mg_8}$
3	Город Лабинск, плодоконсервный завод	276	„	22,9/3,9	2,8/5,3	0,3	510	5,9	20/6	113/27	366/67	54/29	20/19	88/52	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{67}SO^4_{27}Cl_6}{Ca_{52}(Na-K)_{29}Mg_{19}}$
10	В хут Манорском	18,6	Суглинки	50/2,5	2,05/9,5	0,2	346	5,9	20/6	17/7	329/87	10/7	15/10	95/83	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{87}SO^4_7Cl_6}{Ca_{83}Mg_{10}(Na+K)_7}$
42	В 2,5 км к СЗ от хут Великая Гряда	2	„	3,1/3,1	–	–	11 853	123	6 137/91	1400/8	659/1	2068/42	846/33	1072/25	$M_{11,9}\frac{Cl_{91}SO^4_8HCO^3_1}{(Na+K)_{42}Mg_{33}Ca_{25}}$
48	Северо-восточная окраина хут Каневецкого	6,7	„	3,1/3,1	0,0015/0,75	0,002	4 413	66,9	1 146/36	1550/36	1427/28	106/19	683/55	214/26	$M_{4,1}\frac{Cl_{36}SO^4_{36}HCO^3_{28}}{Mg_{55}Ca_{36}(Na-K)_{19}}$
60	В 3 км к востоку от ст Тимашевской	28	„	8,5/8,5	–	–	700	7,8	14/3	234/39	445/58	72/28	41/31	89/41	$M_{0,7}\frac{HCO^3_{58}SO^4_{39}Cl_3}{Ca_{41}Mg_{31}(Na+K)_{28}}$
64	Северная окраина хут Садки	1,5	„	28/8,3	0,06/1,15	0,05	18 874	85	10 212/90	1243/8	488/2	5948/80	734/18	493/2	$M_{18,9}\frac{Cl_{90}SO^4_8HCO^3_2}{(Na+K)_{80}Mg_{18}Ca_2}$

69	В 5,2 *км* к востоку от хут. Садки	1	„	$\frac{1,6}{1,6}$	$\frac{0,05}{0,3}$	0,17	9 560	94,9	$\frac{5\,000}{93}$	$\frac{307}{4}$	$\frac{317}{3}$	$\frac{2656}{55}$	$\frac{713}{23}$	$\frac{727}{17}$	$M_{9,6}\frac{Cl_{90}SO^4_4HCO^3_3}{(Na+K)_{55}Mg_{26}Ca_{17}}$
74	Хутор Стефано-Федоровский	0,7	„	$\frac{0,32}{0,32}$	$\frac{0,026}{1,4}$	0,02	32 070	60	$\frac{21\,063}{93}$	$\frac{2000}{6}$	$\frac{378}{1}$	$\frac{954}{7}$	$\frac{6488}{83}$	$\frac{1337}{10}$	$M_{3,2}\frac{Cl_{90}SO^4_4HCO^3_1}{Mg_{53}Ca_{10}(Na+K)_7}$
83	Станица Брюховецкая	10	Пески	$\frac{13}{14}$	—	—	2 053	22,5	$\frac{135}{9}$	$\frac{1064}{67}$	$\frac{439}{24}$	$\frac{246}{33}$	$\frac{124}{33}$	$\frac{246}{34}$	$M_{2,0}\frac{SO^4_{67}HCO^3_{24}Cl_9}{Ca_{34}Mg_{33}(Na+K)_{33}}$
88	В 2,5 *км* к югу от ж.-д. ст. Ачкасово	94	„	$\frac{7}{7}$	$\frac{0,011}{4}$	0,003	4 618	54,3	$\frac{76}{3}$	$\frac{3070}{87}$	$\frac{390}{10}$	$\frac{418}{25}$	$\frac{352}{37}$	$\frac{507}{38}$	$M_{4,6}\frac{SO^4_{87}HCO^3_{10}Cl_3}{Ca_{38}Mg_{37}(Na+K)_{25}}$
93	В 9 *км* к СВ от ст. Успенской	80	Суглинки	$\frac{16,1}{16,1}$	$\frac{0,03}{1,1}$	0,027	6 583	46,7	$\frac{221}{6}$	$\frac{4275}{89}$	$\frac{281}{5}$	$\frac{1220}{53}$	$\frac{325}{27}$	$\frac{402}{20}$	$M_{6,5}\frac{SO^4_{89}Cl_6HCO^3_5}{(Na+K)_{53}Mg_{27}Ca_{20}}$
97	Станица Горькая Балка, западная окраина	74	„	$\frac{9}{8,3}$	$\frac{0,0495}{1,7}$	0,03	13 880	42,8	$\frac{85}{1}$	$\frac{9000}{97}$	$\frac{980}{2}$	$\frac{3490}{78}$	$\frac{65}{3}$	$\frac{750}{19}$	$M_{13,9}\frac{SO^4_{97}HCO^3_2Cl_1}{(Na+K)_{78}Ca_{19}Mg_3}$
101	В 3 *км* к ССВ от хут. Звездочка	70	„	$\frac{8,5}{7,1}$	$\frac{0,04}{1,3}$	0,03	800	14,6	$\frac{70}{14}$	$\frac{329}{50}$	$\frac{314}{36}$	$\frac{4}{10}$	$\frac{78}{41}$	$\frac{163}{49}$	$M_{0,8}\frac{SO^4_{50}HCO^3_{36}Cl_{14}}{Ca_{49}Mg_{41}(Na+K)_{10}}$

обусловлено высотой рельефа и изменением литологического состава водовмещающих отложений По химическому составу воды с минерализацией 0,1—0,5 *г/л* относятся к гидрокарбонатно-кальциевым, а с минерализацией от 0,5 до 0,8 *г/л* — к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевым и сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевым Воды с низкой минерализацией приурочены к участкам распространения кристаллических пород, с повышенной — к площадям развития песчано-глинистых образований мезо-кайнозоя В высокогорной части Северного Кавказа из аллювиальных отложений, залегающих непосредственно на докембрийско-палеозойских кристаллических породах и на песчано-глинистых сланцах нижней юры, иногда выходят углекислые минеральные источники, которые рассматриваются в специальном разделе

Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, речных вод, а также за счет разгрузки грунтовых вод делювия и дочетвертичных отложений, имеющей место в районе Редантских источников, выходящих в надпойменной террасе р Терека, в 12 *км* южнее г Орджоникидзе Дренаж его происходит по склонам древних террас и в поймах рек

Режим водоносного горизонта находится в прямой зависимости от атмосферных осадков и уровня вод в реках Динамические ресурсы его в горной части Северного Кавказа по ориентировочным подсчетам составляют более 60 $м^3/сек$

В предгорной части Северного Кавказа, наблюдается постепенное изменение гранулометрического состава аллювиальных отложений в сторону преобладания более мелких фракций Мощность водоносных горизонтов современных аллювиальных отложений здесь колеблется от 5 до 15 *м*, а древнеаллювиальных — от 10 до 150 *м* Связанные с ними грунтовые воды залегают на глубинах от 1 до 15 *м*, причем глубины залегания увеличиваются по мере удаления от рек

Количество родников в предгорной части значительно уменьшается по сравнению с горной областью Дебиты их изменяются от 0,1 до 10 *л/сек* Минерализация вод довольно пестрая и зависит от литологического состава водовмещающих и подстилающих отложений Так, в районах развития соленосных терригенных образований майкопа грунтовые воды, залегающие в аллювиальных отложениях древних террас, имеют повышенную и часто высокую минерализацию (районы Усть-Джегуты, Черкесска и Минеральных Вод)

Движение подземного потока происходит в том же направлении, что и в горной области, но является более замедленным в связи с меньшим уклоном долин Разгрузка водоносного горизонта происходит на склонах террас, а также в поймах рек

Воды аллювиальных отложений вследствие неглубокого их залегания и хорошего качества широко используются местным населением для питьевых и хозяйственных целей Они служат также источником водоснабжения ряда городов, расположенных на древних террасах крупных рек (Орджоникидзе, Сочи, Краснодар и др)

Водоносный горизонт аллювиальных отложений в равнинной части Северного Кавказа приурочен к песчано-глинистым образованиям В речных долинах зеркало грунтовых вод располагается на глубинах 2—10 *м*, в балках — от 10 до 30 *м*, уменьшаясь от верховьев балок к их устьям

Водообильность горизонта обычно слабая— максимальные дебиты колодцев составляют 0,1—0,2 *л/сек* В связи с постепенным изменением гранулометрического и литологического состава аллювиальных отложений равнинных рек, от глинистых песков до илов (реки Кума, Маныч,

Калаус и др.) водообильность их сильно уменьшается, а общая минерализация вод значительно повышается. Воды с минерализацией до 1 *г/л* встречаются обычно только в верховьях рек и балок или же на тех участках, где дочетвертичные отложения содержат пресную воду. Наиболее высокая минерализация характерна для центральной и восточной частей территории Например, в пределах Краснодарского края воды аллювия имеют повышенную и высокую минерализацию главным образом только в нижнем течении рек и при впадении их в Азовское море, а в верховьях и в среднем течении минерализация их не превышает 1 *г/л* По химическому составу воды с минерализацией до 1 *г/л* относятся к сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевым и реже к гидрокарбонатно-кальциевым, с минерализацией от 1 до 3 *г/л* — к сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-магниевым (натриевым) и сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевым и, наконец, с минерализацией от 3 *г/л* и более — к сульфатно-натриево-магниевым, сульфатно-хлоридно-кальциево-натриевым, хлоридно-сульфатно-кальциево-натриевым (магниевым) и реже к хлоридно-натриевым.

Питание водоносного горизонта происходит за счет атмосферных осадков, речных вод, а также грунтовых вод делювия и частично напорных вод дочетвертичных отложений Направление движения грунтового потока соответствует падению поверхности террас. В связи с малым уклоном долин рек и балок движение вод весьма замедленное Режим описываемого водоносного горизонта тесно связан с климатическими условиями отдельных районов Небольшие равнинные реки летом в степных засушливых районах часто пересыхают, в связи с чем уровень грунтовых вод в аллювиальных отложениях сильно понижается, а минерализация их резко возрастает

По С А. Шагоянцу (1959), динамические ресурсы аллювиальных вод центральной и восточной частей Северного Кавказа составляют 0,5—1 $м^3/сек$ В западной части Северного Кавказа они выражаются приблизительно такой же величиной

Воды аллювия равнинных рек из-за сравнительно высокой минерализации используются преимущественно для хозяйственных нужд, водопоя скота и лишь частично для питьевых целей Характеристика вод горизонта приведена в табл. 5

Водоносный горизонт аллювиально-флювиогляциальных отложений предгорных равнин (Qal, fgl) развит в предгорной части Северного Кавказа. Водовмещающими породами являются валуны, галечники и крупнозернистые пески с прослоями глин в нижней части разреза, общая мощность которых 150—300 *м*.

Глубины залегания водоносного горизонта варьируют в широких пределах — от 0 до 30 *м* и более Водообильность его высокая — дебиты отдельных скважин достигают 15 *л/сек*; коэффициенты фильтрации песчано-галечниковых отложений колеблются от 5 до 35 *м/сутки*

Воды этого горизонта пресные — минерализация не превышает 0,5 *г/л* По химическому составу они относятся к гидрокарбонатно-кальциевым и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевым (натриевым) Питание водоносного горизонта происходит за счет атмосферных осадков, инфильтрующихся на площади распространения рассматриваемых отложений, и вод многочисленных рек Кроме того, в питании его принимают участие и напорные воды подстилающих дочетвертичных отложений, в связи с чем минерализация вод горизонта на глубине несколько повышенная

К верхней части разреза, примерно до глубины 50 *м*, приурочены грунтовые воды, а к нижней — слабонапорные (вследствие наличия

Таблица 5

Гидрогеологическая характеристика грунтовых вод аллювиальных отложений (Qal) равнинной части Северного Кавказа

Номер пункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водоносящих пород	Глубина появления воды (числитель) (уст. поливщиной уровень воды (знаменатель), м	Дебит скважины, л/сек (числитель), удельный дебит (знаменатель), м	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в % экв) Cl	SO_4	HCO_3	Na+K	Mg	Ca	Формула Курлова
	Краснодарский край														
2	Город Лабинск, сахарный завод	281	Гравий	1,3 / 1,3	25 / 0,4	62	344	5,5	10 / 4	56 / 18	306 / 78	25 / 16	17 / 21	83 / 63	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{75}SO^4_{15}Cl_4}{Ca_{63}Mg_{20}(Na+K)_{16}}$
26	Р н г Краснодара, пос Пашковский	38	Песок	14 / 5	22,5 / 5	4,5	292	4,9	12 / 6	6 / 2	338 / 92	18 / 13	21 / 28	66 / 59	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{92}Cl_4SO^4_2}{Ca_{59}Mg_{28}(Na-K)_{13}}$
39	В 6,8 км к СВ от ст Ново-Николаевской	3,5	»	4,9 / 4,9	0,025 / 1,32	0,02	7 500	61	1 790 / 41	3177 / 53	464 / 6	1 459 / 51	481 / 32	425 / 17	$M_{7,5}\frac{SO^4_{53}Cl_{41}HCO^3_6}{(Na+K)_{75}Mg_{22}Ca_{17}}$
65	Хутор Красный, северная окраина	1	»	0,97 / 0,97	—	—	39 300	237,2	21 938 / 89	3360 / 10	378 / 1	10 527 / 66	2360 / 27	1028 / 7	$M_{20,3}\frac{Cl_{89}SO^4_{10}HCO^3_1}{(Na+K)_{66}Mg_{27}Ca_7}$
13	В 6 км к востоку от хут Куйбышевского	2	»	1,3 / —	0,003 / —	—	3 623	46,8	1 941 / 82	300 / 8	336 / 10	462 / 30	428 / 32	309 / 38	$M_{3,6}\frac{Cl_{82}HCO^3_{10}SO^4_8}{Ca_{38}Mg_{32}(Na+K)_{30}}$
15	Современная дельта р Кубани	3	»	1,5 / —	0,02 / —	—	1 290	12,9	33 / 4	522 / 47	695 / 49	31 / 6	232 / 50	125 / 44	$M_{1,3}\frac{HCO^3_{43}SO^4_{47}Cl_4}{Mg_{50}Ca_{44}(Na-K)_6}$
17	Современная дельта р Кубани, в 1,4 км к югу от хут Красный хуторок	3	»	2,4 / —	0,03 / —	—	1 070	11	295 / 44	179 / 20	427 / 36	190 / 43	124 / 33	56 / 24	$M_{11}\frac{Cl_{44}HCO^3_{42}SO^4_{20}}{(Na+K)_{43}Mg_{33}Ca_{24}}$

глинистых прослоев). При этом с погружением пород в северо-восточном направлении напоры увеличиваются (Кабардинская равнина).

Дренаж водоносного горизонта осуществляется эрозионной сетью. Воды ввиду их хорошего качества и высокой водообильности отложений используются местным населением для питьевых целей и хозяйственных нужд. В частности, они являются источником водоснабжения многих городов и населенных пунктов, расположенных в Прикубанской, Терской, Кабардинской и Сунженской предгорных равнинах.

Динамические ресурсы их, по ориентировочным подсчетам, составляют около 80 *м*³/*сек*.

Водоносные горизонты аллювиальных, озерно-лиманных и морских отложений (Qal, l—lm, m). Указанные водоносные горизонты развиты в западной и восточной частях территории Северного Кавказа, в дельтах рек Кубани, Терека и Кумы. *Они приурочены к пескам и* супесям, мощность которых достигает 15—30 *м*; илы и суглинки служат водоупорами. Воды залегают на глубинах от 0 до 5 *м*. Мощность водоносных горизонтов достигает иногда нескольких метров. Водообильность их обычно низкая — дебиты колодцев и скважин не превышают 0,1 *л/сек*.

Зеркало грунтовых вод в районе дельты Кубани имеет общее падение на северо-запад по направлению к Азовскому морю, а в районах дельт Терека и Кумы соответственно на северо-восток и восток — к Каспийскому морю. Величины уклонов зеркала грунтовых потоков в среднем составляют 0,002, но в направлении к морю они снижаются до 0,0005. Исключение составляют районы, лежащие вблизи побережья Каспия, а также береговая полоса дельты Терека (шириной до 7 *км*), где уклон зеркала грунтовых вод направлен в сторону от моря.

Грунтовые воды описываемых образований являются весьма пестрыми по минерализации (0,5—30 *г/л*). При этом минерализация их изменяется в зависимости от форм микрорельефа. По химическому составу воды с минерализацией: до 0,5 *г/л* относятся к гидрокарбонатно-кальциевым, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевым (магниевым и натриевым); от 0,5 до 1 *г/л* — к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевым, сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевым (магниевым и натриевым); от 1 до 3 *г/л* — к сульфатно-гидрокарбонатно-натриевым, сульфатно-хлоридно-натриевым (кальциевым и магниевым); от 3 *г/л* и более — к сульфатно-хлоридно-натриевым, хлоридно-натриевым (кальциевым, магниевым) и хлоридно-натриевым.

Питание грунтовых вод в районе дельт Кубани и Терека осуществляется за счет атмосферных осадков, вод рек, а в прибрежной полосе — и за счет инфильтрации морских вод.

В результате сильного разветвления русел рек Кубани и Терека в дельтовой части и наличия здесь большого количества мелких проток значительная часть территории дельт оказалась заболоченной. Кроме того, в дельте Кубани образовались многочисленные лиманы (Войсковой, Чистый, Горький, Восточный, Мечетный, Долгий, Глубокий, Сладкий, Кущеватый и др.). Одной из причин заболачивания пониженных участков дельт рек является неглубокое залегание грунтовых вод, которые разгружаются здесь на поверхность.

Динамические ресурсы водоносного горизонта ввиду слабых фильтрационных свойств водонасыщенных пород ($K=0{,}0001$ *м/сутки* и менее), составляют не более 0,5 *м*³/*сек*.

Вследствие повышенной минерализации (до 39 *г/л*) воды описываемых образований непригодны для питьевых целей. Они используются только для хозяйственных нужд и водопоя скота.

Водоносный горизонт эоловых отложений (Qeol). Грунтовые воды в эоловых отложениях имеют спорадическое распространение и встречаются лишь на территории Ставропольского края, Чечено-Ингушской, Кабардино-Балкарской и Дагестанской АССР.

Водосодержащими породами служат пески и супеси, залегающие в виде прослоев или линз мощностью до 30 *м*. Глубины залегания грунтовых вод находятся в прямой зависимости от рельефа местности и колеблются от 2 до 12 *м* и более. Водоупорами являются менее водопроницаемые суглинки, залегающие на различных глубинах в нижней части разреза под супесями или эоловыми песками. Водообильность горизонта незначительная — дебиты колодцев обычно не превышают 0,11 *л/сек*. Воды этих отложений отличаются пестрой минерализацией (0,5—30 *г/л*). По химическому составу воды с минерализацией до 0,5 *г/л* чаще относятся к гидрокарбонатно-кальциевым. Воды с более высокой общей минерализацией имеют самый различный ионный состав.

Следует отметить, что пресные воды обычно приурочены к блюдцеобразным формам рельефа и часто залегают на горизонтах с солеными водами в виде «плавающих линз».

Питание водоносного горизонта происходит за счет атмосферных осадков и конденсации водяных паров воздуха. Режим его находится в прямой зависимости от количества выпадающих осадков: весной и осенью уровень грунтовых вод поднимается с уменьшением их минерализации, а в засушливое время года резко понижается и минерализация вод возрастает.

Динамические ресурсы водоносных горизонтов незначительные. По ориентировочным подсчетам С. А. Шагоянца (1959), они составляют не более 0,2 $м^3/сек$.

Воды эоловых отложений используются для водоснабжения лишь на участках, где артезианские воды дочетвертичных отложений не могут быть использованы ввиду высокой минерализации (в низовьях р. Кумы).

Водоносный горизонт современных морских отложений (Qm). Указанный водоносный горизонт развит только в прибрежной узкой полосе Каспийского и частично Азовского морей.

На гидрогеологической карте грунтовых вод Европейской части СССР м-ба 1 : 1 500 000 (1955) воды современных морских отложений выделены на небольшом участке в прибрежной полосе Каспийского моря. С. А. Шагоянцем (1959) они описываются совместно с водами древнекаспийских образований.

Современные морские отложения, представленные преимущественно песками, развиты по всей прибрежной полосе Каспийского моря шириной от 7 до 12 *км*, которая постепенно расширяется вследствие отступания Каспийского моря, вызванного сильным понижением его уровня (особенно за последние 30—50 лет). Воды описываемых отложений высокоминерализованные (до 50 *г/л* и более). Движение их происходит от моря на запад.

Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и морских вод Каспия

Динамические ресурсы его составляют не более 0,05 $м^3/сек$. Вследствие высокой минерализации воды непригодны для какого-либо использования.

Водоносные горизонты древнеконтинентальных и морских отложений хвалынского и хазарского ярусов (Q_3hv, Q_2hz). Водоносные горизонты этих отложений развиты в южной части Терско-Кумского арте-

зианского бассейна, в Дагестанском артезианском бассейне и на восточных склонах Ставропольского поднятия В пределах Кабардинской равнины они приурочены к континентальным образованиям хвалынского и хазарского ярусов, сложенных супесями, песками и реже галечниками. На остальной части рассматриваемой территории воды залегают в морских отложениях хвалынского и частично хазарского ярусов, выраженных песками и супесями, а в равнинном Дагестане в морских песчанистых глинах с линзами и прослоями галечников и детритусовых известняков

Грунтовые воды континентальных отложений хвалынского яруса, развитые на территории Кабардинской равнины, имеют повышенную и высокую минерализацию. По химическому составу они чаще относятся к сульфатно-хлоридно-натриевым. Нередко наблюдается смешение их с грунтовыми водами делювия, в этом случае они представляют один водоносный горизонт. Водообильность отложений низкая: удельные дебиты скважин не превышают 0,05 *л/сек*, а дебиты колодцев — 0,1 *л/сек*

На участках, сложенных песчано-глинистыми образованиями и галечниками хвалынского яруса, залегающими на галечниках хазарского яруса, качество вод значительно улучшается Минерализация их здесь не превышает 1 *г/л* По химическому составу эти воды относятся к гидрокарбонатно-кальциевым, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевым (магниевым) и сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевым (натриевым)

Глубины залегания грунтовых вод изменяются на повышенных участках от 5 до 10 *м* и более, а на пониженных — от 2 до 5 *м* Зеркало их имеет уклон, соответствующий рельефу местности

Грунтовые воды морских отложений хвалынского яруса, развитые в Терско-Кумской низменности, приурочены к пескам и супесям, залегающим в виде линз и прослоев среди песчанистых глин, общей мощностью от 30 до 50 *м* Уровень их находится на глубинах от 3 до 15 *м* Водообильность горизонта слабая — колодцы имеют расходы до 0,1 *л/сек* и редко более Кроме того, в дельте Терека в связи с увеличением мощности отложений хвалынского яруса встречаются и слабонапорные воды преимущественно с повышенной минерализацией. Зеркало грунтовых вод на всей территории распространения последних имеет уклон на северо-восток и восток, по направлению к Каспийскому морю

Общая минерализация вод изменяется от 0,5 до 50 *г/л*. Менее минерализованные воды обычно развиты в Притеречной полосе, а высокоминерализованные — в северной половине Терско-Кумской низменности, примерно от широты сел Махмут — Мектеб По химическому составу они являются чрезвычайно пестрыми

Отмечается гидравлическая связь грунтовых вод хвалынского яруса с водами эоловых отложений В этом случае в верхней части разреза залегают пресные воды в виде «плавающих линз», а в нижней — соленые воды высокой минерализации

Питание хвалынского водоносного горизонта в Прикаспийской низменности происходит за счет атмосферных осадков и конденсации водяных паров воздуха Разгрузка его осуществляется лишь в наиболее пониженных участках, в так называемых котловинах выдувания Наиболее глубокие котловины выдувания, расположенные ниже уровня грунтовых вод, постепенно заполняются ими, в результате чего образуются соленые озера

Режим водоносного горизонта зависит от климатических факторов Годовая амплитуда колебаний уровня составляет 0,5—3 *м* Динамиче-

ские ресурсы горизонта, по С. А. Шагоянцу (1959), составляют 0,6 *м*³/*сек*.

Для питьевых и хозяйственных нужд могут быть использованы только пресные воды, развитые в южной части Прикаспийской низменности и в Притеречной полосе. Севернее же ввиду их высокой минерализации они пригодны лишь для водопоя скота.

Следует отметить, что на отдельных участках северной части Прикаспийской низменности воды отложений хвалынского и хазарского ярусов гидравлически связаны и представляют один водоносный горизонт.

На территории Дагестанского артезианского бассейна наиболее водообильными являются детритусовые известняки. Дебиты родников приуроченных к ним, изменяются в пределах от 0,1 до 0,5 *л*/*сек*, а удельные дебиты скважин колеблются от 0,02 до 0,7 *л*/*сек*.

Общая минерализация вод горизонта варьирует от 0,9 до 76 *г*/*л*. Количество родников с пресными (менее 1 *г*/*л*) водами не превышает 15% и с минерализацией от 1 до 3 *г*/*л* около 50%. Химический состав вод очень пестрый.

Движение грунтового потока происходит в направлении к Каспийскому морю. Разгрузка его осуществляется в речных долинах и в уступах хвалынской террасы, а также искусственными водозаборами.

Наибольшими коэффициентами фильтрации характеризуются галечники (10,5—14,47 *м*/*сутки*) и наименьшими — суглинки и конгломераты (0,25—0,47 *м*/*сутки*).

Практическое значение вод отложений хвалынского яруса ограничено; в зависимости от степени минерализации они могут быть использованы для водопоя скота и в единичных случаях для питьевых целей (табл. 6).

Отложения хазарского яруса на территории Дагестанской АССР образуют вторую древнекаспийскую террасу, вытянутую вдоль третичных предгорий с уклоном в сторону Каспийского моря, сложенную суглинками и детритусовыми известняками с прослоями песков, причем последние по простиранию постепенно сменяются галечниками. К ним приурочен горизонт грунтовых вод, залегающий на глубинах от 0,1 до 17 *м*. Уклон зеркала их соответствует уклону террасы. Мощность водоносного горизонта изменяется от 3 до 9 *м*. Питание его присходит за счет атмосферных осадков и речных вод.

Минерализация вод хазарского водоносного горизонта колеблется от 2 до 0,7 *г*/*л*. По химическому составу они относятся к сульфатно-натриевым и сульфатно-гидрокарбонатно-натриевым, но на отдельных участках приобретают хлоридно-натриевый и хлоридно-сульфатно-натриевый состав. Жесткость их изменяется от 15 до 42 *мг*·*экв*/*л*.

Дренаж водоносного горизонта осуществляется в эрозионных уступах террас и скважинами.

Из вышеизложенного следует, что грунтовые воды четвертичных отложений на территории Северного Кавказа исключительно пестрые как в отношении минерализации, так и химического состава. По данным кадастра, на территории Северного Кавказа насчитывается до 10 000 колодцев, эксплуатирующих грунтовые воды четвертичных отложений. При отборе воды из каждого колодца в среднем по 5 *м*³/*сутки* общий отбор составит около 5000 *м*³/*сутки*. Количество родников, приуроченных к четвертичным отложениям, по данным кадастра, исчисляется 2000 с суммарным дебитом около 5000 *л*/*сек*. Следовательно, общее количество воды, отбираемое из колодцев и изливающееся в виде родников, составляет 5577 *л*/*сек*. Из этого количества на долю пресных

вод, которые могут быть использованы для питьевых целей, приходится 65%, с повышенной минерализацией, пригодных для хозяйственных нужд и водопоя скота, — 15%, минерализованных, но не горько-соленых вод (5—10 *г/л*), пригодных только для водопоя скота, — 10% и высокоминерализованных соленых и горько-соленых (10—20 *г/л* и более), совершенно непригодных для питьевого и хозяйственного водоснабжения, — 10%.

НАПОРНЫЕ ВОДЫ

Водоносные горизонты четвертичных отложений (Q_2hz, Q_1b). На большей части территории Северного Кавказа напорные воды четвертичных отложений имеют локальное распространение. В западной части ее они связаны с континентальными песчано-галечниковыми отложениями нижнего, среднего и верхнего отделов четвертичной системы залегающими на отложениях верхнего плиоцена. Мощность их колеблется от 30 до 50 *м*. Воды вскрываются скважинами на глубинах от 10 до 40 *м*, причем они обладают небольшими напорами и на поверхность обычно не самоизливаются. Водообильность отложений горизонта высокая — удельные дебиты скважин достигают 2 *л/сек*. Воды пресные, гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-кальциево-натриевые. Питание водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также напорных вод нижележащих верхнеплиоценовых отложений. Разгрузка его осуществляется лишь частично — в вышележащие четвертичные образования. Водоносный горизонт используется для водоснабжения многих населенных пунктов, в том числе и г. Краснодара.

В восточной части Предкавказья напорные воды приурочены к континентальным и морским отложениям хазарского и бакинского ярусов, являющихся первыми от поверхности напорными водоносными горизонтами в Терско-Кумском артезианском бассейне.

На территории Кабардинской равнины мощность хазарского яруса колеблется от 30 до 50 *м*, бакинского — от 100 до 150 *м*. Водосодержащими породами являются пески и галечники континентального происхождения. Глины, разделяющие их, служат водоупорным горизонтом. Мощности отдельных водоносных горизонтов изменяются от 1 до 15 *м*, а количество их колеблется от 4 до 8. Воды в бакинских отложениях залегают на глубинах 60—100 *м* и более. Напоры их с глубиной постепенно увеличиваются. Уровни воды в скважинах устанавливаются на глубинах от 0 до 30 *м* и лишь в долинах рек Малки, Кумы и Горькой балки они самоизливаются. Пьезометрические уровни на этих участках поднимаются выше устьев скважин на 1—10 *м*. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,5 до 8 *л/сек*; наиболее водообильными являются галечники и менее водообильными — пески.

Вследствие фациально-литологического изменения пород в северо-восточном направлении водообильность их уменьшается. Минерализация вод рассматриваемых отложений составляет 0,3—0,5 *г/л* и реже 0,5—1 *г/л*. По химическому составу они относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевым и сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-магниевым (реже натриевым). Повышенное содержание сульфатов при малой общей минерализации вод обусловлено растворением гипсовых включений. Воды описанных отложений служат источниками водоснабжения многих населенных пунктов (городов Прохладного, Моздока и др.).

Образования хазарского и бакинского ярусов морского происхождения развиты в Терско-Кумской и Манычской депрессиях. Приурочен-

Таблица 6

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений хвалынского яруса (Q_3hv)

Номер водопункта на карте	Местоположение водопроявления	Абсолютная отметка устья колодца, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), уставшения уровня воды (знаменатель), м	Дебит колодца, л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в % экв)						Формула Курлова
									Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	$Na^+ + K^+$	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
	Ставропольский край														
7	В 9 км к СЗ от пос. Перекрестного	9	Пески	0,16 / 1,5	—	—	1 070	9,3	348 / 48	77 / 8	537 / 44	252 / 54	94 / 38	31 / 8	$M_{1,0}\ \frac{Cl_{48}HCO^3_{44}SO^4_8}{(Na+K)_{54}Mg_{38}Ca_8}$
16	В 12 км к ЗСЗ от пос. Перекрестного	19	»	7,72 / 7,72	0,0011 / 1,4	0,0009	29 460	119	15 539 / 87	3150 / 13	244 / —	8943 / 77	1016 / 17	658 / 6	$M_{29,5}\ \frac{Cl_{87}SO^4_{13}}{(Na+K)_{77}Mg_{17}Ca_6}$
175	В 4 км к ССЗ от центра пос. Озек-Суат 2	34	»	2,5 / 2,5	—	—	1 838	24,6	256 / 23	864 / 57	390 / 20	101 / 22	203 / 53	159 / 25	$M_{1,8}\ \frac{SO^4_{57}Cl_{23}HCO^3_{20}}{Mg_{58}Ca_{28}(Na+K)_{22}}$
186	В 3,5 км к ЮЗ от пос. Ильяс-Кишлау	40	»	7 / 2,8	—	—	14 886	250	4 920 / 52	5760 / 45	536 / 3	401 / 6	2287 / 70	1250 / 24	$M_{14,9}\ \frac{Cl_{52}SO^4_{45}HCO^3_3}{Mg_{70}Ca_{24}(Na+K)_6}$
205	В 6 км к СЗ от пос. Бакрес	15	»	—	0,08 / 0,61	0,13	4 610	23,8	1 944 / 65	864 / 23	587 / 12	1282 / 70	232 / 24	95 / 6	$M_{4,6}\ \frac{Cl_{65}SO^4_{23}HCO^3_{12}}{(Na+K)_{70}Mg_{24}Ca_6}$
121	Селение Гукуй-Мектеб	72	»	3 / 0,4	—	—	466	3,6	28 / 10	224 / 60	136 / 30	95 / 54	31 / 33	20 / 13	$M_{0,5}\ \frac{SO^4_{60}HCO^3_{30}Cl_{10}}{(Na+K)_{54}Mg_{29}Ca_{13}}$
	Дагестан														
165	Селение Тургунай	1,8	»	100,3 / 4,3	0,56 / 6	0,9	1 400	9,3	98 / 16	924 / 61	250 / 23	193 / 48	46 / 21	111 / 31	$M_{1,4}\ \frac{SO^4_{61}HCO^3_{23}Cl_{16}}{(Na+K)_{48}Ca_{31}Mg_{21}}$

160	В 5,8 км к ЗСЗ от сел. Каби	13,09	»	14,4 / 5,4	—	—	1 200	9	190 / 25	266 / 26	634 / 49	286 / 58	52 / 20	92 / 22	$M_{1,2}$	$\frac{HCO^3_{49}SO^4_{26}Cl_{25}}{(Na+K)_{58}Ca_{20}Mg_{20}}$
182	В 10 км к СВ от с. Черняевка	22,4	»	6,3 / 0,0	0,24 / 4,15	0,06	35 300	271,6	6 646 / 75	7030 / 24	15 / 1	8050 / 56	2373 / 38	713 / 6	$M_{35,2}$	$\frac{Cl_{75}SO^4_{24}HCO^3_1}{(Na+K)_{58}Mg_{38}Ca_6}$
184	В 11,5 км к СЗ от с. Кази-Юрт	−12,8	»	93,2 / −0,4	0,029 / 0,1	0,003	460	—	38 / 12	61 / 16	342 / 72	133 / 84	7 / 9	60 / 7	$M_{0,5}$	$\frac{HCO^3_{72}SO^4_{16}Cl_{12}}{(Na+K)_{84}Mg_8Ca_7}$
185	Село Главный Кут, современная морская аккумулятивная терраса	−22,5	»	67,5 / 0,9	0,04 / 8	0,005	22 194	147	9 887 / 70	4529 / 25	602 / 5	5422 / 60	1380 / 28	675 / 12	$M_{22,2}$	$\frac{Cl_{70}SO^4_{25}HCO^3_5}{(Na+K)_{60}Mg_{28}Ca_{12}}$
194	Дельта р. Терека, в 2 км к ВЮВ от с. Ново-Бирюзак	24,6	»	3 / 2,65	0,35 / 1,01	0,35	12 739	152,7	6 830 / 86	1347 / 13	217 / 1	1642 / 32	376 / 14	2436 / 54	$M_{12,7}$	$\frac{Cl_{85}SO^4_{13}HCO^3_1}{Ca_{54}(Na-K)_{32}Mg_{14}}$
199	В 6 км к северу от Львовского хутора № 7	−17	»	3,4 / 3,2	0,3 / 1,67	0,2	18 328	146,4	6 200 / 57	5931 / 36	700 / 7	3769 / 52	1461 / 36	527 / 12	$M_{18,3}$	$\frac{Cl_{57}SO^4_{36}HCO^3_7}{(Na+K)_{52}Mg_{36}Ca_{12}}$
203	В 3,5 км к СЗ от ст. Александрийская	−18,6	»	0,9 / 0,75	0,5 / 3,5	0,14	677	10	50 / 12	207 / 36	376 / 52	45 / 17	20 / 13	167 / 70	$M_{0,7}$	$\frac{HCO^3_{52}SO^4_{36}Cl_{12}}{Ca_{70}(Na+K)_{17}Mg_{13}}$
204	В 7,5 км к ЮЗ от сел. Мангул	−22	»	3,4 / 0,65	0,5 / 0,8	0,62	1 000	11	58 / 11	452 / 36	457 / 53	79 / 24	53 / 30	130 / 46	$M_{1,0}$	$\frac{HCO^3_{53}SO^4_{36}Cl_{11}}{Ca_{46}Mg_{30}(Na+K)_{24}}$
208	В 2 км к северу от хут. Такданак	−20	»	1 / 0,8	0,36 / 2,56	0,14	600	5,8	137 / 35	169 / 31	232 / 34	124 / 48	22 / 16	80 / 36	$M_{0,6}$	$\frac{Cl_{35}HCO^3_{34}SO^4_{31}}{(Na+K)_{46}Ca_{39}Mg_{15}}$

ные к ним водоносные горизонты наиболее хорошо изучены в юго-восточной части Терско-Кумского артезианского бассейна, где они содержат самоизливающиеся воды, служащие источником водоснабжения многих населенных пунктов. На остальной площади они не самоизливаются и обычно имеют повышенную минерализацию.

В юго-восточной части Терско-Кумского артезианского бассейна воды хазарских отложений вскрываются скважинами на глубинах 50—100 *м*, а в прибрежной зоне Каспия — на глубине до 300 *м*. Водоносные горизонты приурочены к мелкозернистым пескам, часто глинистым, залегающим среди плотных глин в виде прослоев различной мощности (от 3 до 15 *м*). Количество таких прослоев колеблется от 2 до 5.

С глубиной напоры вод увеличиваются, пьезометрические уровни устанавливаются выше устьев скважин на 0,5—3 *м*. Дебиты скважин при самоизливе изменяются от 0,1 до 1,5 *л/сек*, а удельные дебиты — от 0,01 до 0,5 *л/сек*. Воды имеют минерализацию 0,5—3 *г/л*. Пресные воды распространены в Притеречной полосе и в западной части дельты р. Терека, причем в восточном направлении, к Каспийскому морю, минерализация их постепенно возрастает. Воды с сухим остатком до 1 *г/л* по химическому составу относятся к гидрокарбонатно-кальциевым и натриевым; с повышением минерализации в них увеличивается содержание иона хлора (табл. 7).

На остальной, большей части описываемой территории воды хазарских отложений залегают на глубинах от 30 до 75 *м* и приурочены также к мелкозернистым пескам, чаще глинистым, мощности которых изменяются от 2 до 10 *м*. В северо-восточном направлении количество песчаных прослоев и их мощности уменьшаются. В связи с этим водообильность отложений значительно понижается (удельные дебиты скважин не превышают 0,05 *л/сек*).

Воды имеют высокую (25 *г/л* и более) минерализацию и по химическому составу относятся к хлоридно-натриевым. Практического применения они не получили ввиду высокой минерализации и наличия здесь же пресных самоизливающихся вод в бакинских и апшеронских отложениях Воды морских отложений бакинского яруса на территории Прикаспийской низменности изучены достаточно полно. Водоносные горизонты приурочены к прослоям мелкозернистых глинистых песков, залегающих среди плотных глин Мощность песков изменяется от долей метра до 20 *м* и более, поэтому водоносные горизонты, приуроченные к ним, являются весьма не выдержанными по простиранию. Воды залегают на различных глубинах. В южной, северной и западной частях Прикаспийской низменности глубины их залегания наименьшие — 50—100 *м*; в центральной части, в связи с погружением бакинских отложений, они увеличиваются до 200 *м*, а в юго-восточной, в районе дельты Терека, возрастают до 400 *м*. Самоизливающиеся воды вскрываются скважинами только в юго-восточной и восточной частях территории (в прибрежной полосе Каспия), а также на пониженных участках рельефа местности. Пьезометрические уровни вод в скважинах устанавливаются выше устьев на 1—20 *м*. На остальной части территории они располагаются от 0 до 15 *м* ниже устьев скважин; дебиты последних при самоизливе на устье составляют 1—20 *л/сек*, а удельные дебиты — 0,1—2 *л/сек*.

В северо-восточном направлении водообильность горизонта понижается в связи с уменьшением количества и мощности песчаных прослоев в его разрезе. Движение потока происходит в том же направлении (с юго-запада на северо-восток), причем уклон пьезометрической поверхности в западной части территорий составляет 0,002, в централь-

ной — 0,001 и в восточной — 0,0005, что свидетельствует о постепенном замедлении движения вод по направлению к Каспийскому морю. Скорость движения вод, по С. А. Шагоянцу (1959), не превышает 1 *см/сутки*.

Качество вод бакинского горизонта вполне удовлетворительное. Минерализация их на большей части территории не превышает 1 *г/л*, а чаще всего составляет 0,3—0,8 *г/л*.

Резкое увеличение минерализации с 1 до 7 *г/л* происходит в северной и восточной частях Терско-Кумского артезианского бассейна и в районе о-ва Чечен. В южной части территории бассейна, в области питания, воды рассматриваемого горизонта относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевым, в центральной части, в зоне напора, они гидрокарбонатно-натриевые (слабосероводородные), в северной и восточной частях — гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые и в зоне затрудненного водообмена — хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые и хлоридно-натриевые (рис. 8). Наблюдается резкое увеличение минерализации при переходе вод от гидрокарбонатно-натриевого в гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый и далее в хлоридно-натриевый тип. Эта ясно выраженная гидрохимическая зональность вод бакинских отложений впервые была установлена в 1945 г. при составлении гидрогеологической карты м-ба 1 : 500 000 по территории Терско-Кумского артезианского бассейна. С. А. Шагоянц (1959) отмечает, что сравнительно быстрое увеличение минерализации вод на небольшом участке с переходом в хлоридно-натриевый тип свидетельствует о постепенном вытеснении высокоминерализованных хлоридных вод пресными, поступающими из областей питания.

Напорные воды континентальных образований хазарского и бакинского ярусов, развитые в Кабардинской равнине, по существу представляют единый водоносный комплекс, в то время как водоносные горизонты, приуроченные к морским осадкам тех же ярусов, гидравлически не связаны между собой.

Питание водоносных горизонтов древнеконтинентальных и морских отложений хазарского и бакинского ярусов осуществляется за счет инфильтрации грунтовых вод галечников аллювия, выполняющих глубокие предгорные прогибы и древние долины р. Терека и ее крупных притоков. На территории Терско-Кумского артезианского бассейна напорные воды континентальных отложений бакинского яруса перетекают в морские отложения того же возраста. Разгрузка бакинского водоносного горизонта осуществляется посредством эксплуатации многочисленных буровых скважин, общий дебит которых составляет около 1000 *л/сек*. Необходимо также учесть, что какая-то часть напорных вод разгружается и в хазарский водоносный горизонт, а из последнего — в отложения хвалынского яруса.

Воды морских отложений бакинского яруса являются основным источником водоснабжения многочисленных населенных пунктов. Эксплуатационные ресурсы горизонта могут быть увеличены более чем в три раза (табл. 8).

ВОДЫ НЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Водоносные комплексы верхнеплиоценовых отложений (N_2^3)

На рассматриваемой территории верхний плиоцен представлен апшеронским и акчагыльским ярусами, армавирской свитой, краснодарскими и танаисскими слоями, развитыми в пределах Азово-Кубанского и Тереко-Кумского артезианских бассейнов.

Таблица 7

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений хазарского яруса (Q_2hz)

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель) установившегося уровня (знаменатель), м	Дебит скважины, л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в % -экв)						Формула Курлова
									Cl^-	SO_4^{--}	HCO_3^-	$Na+K$	Mg^{++}	Ca^{++}	
	Ставропольский край														
1	В 14,6 км к СЗ от пос. Перекрестного	9	Пески	5,6 / 1,4	—	—	11 330	61	4 639 / 67	2 496 / 27	695 / 6	3 049 / 68	676 / 29	123 / 3	$M_{11,3}\ \frac{Cl_{67}SO^4_{27}HCO^3_6}{(Na+K)_{65}Mg_{29}Ca_6}$
5	В 18,5 км к СВ от сел. Максимо-Кумского	15	»	3,6 / 2,7	—	—	2 636	3,7	981 / 63	204 / 9	763 / 28	950 / 92	35 / 6	17 / 2	$M_{2,6}\ \frac{Cl_{63}HCO^3_{28}SO^4_9}{(Na+K)_{92}Mg_6Ca_2}$
27	В 4 км к ЮВ от пос. Перекрестного	10	»	3,05 / 3,05	—	—	24 295	116	12 467 / 84	2 976 / 15	415 / 1	6 996 / 72	1036 / 20	613 / 8	$M_{24,3}\ \frac{Cl_{84}SO^4_{15}HCO^3_1}{(Na+K)_{72}Mg_{20}Ca_8}$
50	В 9,8 км к СЗ от центральной усадьбы свх. Прикумского	0	»	6	—	—	41 328	52	19 278 / 80	6 026 / 18	1226 / 2	14 781 / 96	321 / —	533 / 4	$M_{41,3}\ \frac{Cl_{80}SO^4_{18}HCO^3_2}{(Na+K)_{96}Ca_4}$
97	В 11,6 км к СВ от центральной усадьбы свх. Прикумского	6	»	2 / —	—	—	45 034	84	38 074 / 94	3 038 / 6	628 / —	2 416 / 92	844 / 6	285 / 2	$M_{45}\ \frac{Cl_{94}SO^-_6}{(Na+K)_{92}Mg_6Ca_2}$
146	В 6,2 км к ЮВ от фермы № 2 к-за им. Кирова	9	»	7,35 / —	—	—	55 840	Рапа	13 404 / 42	24 410 / 56	333 / 2	13 501 / 60	3447 / 32	612 / 2	$M_{55,8}\ \frac{SO^4_{56}Cl_{42}HCO^3_2}{(Na+K)_{60}Mg_{32}Ca_2}$
176	В 6 км к СВ от пос. Озек-Суат 2	32	»	9 / —	—	—	22 878	124	5 438 / 42	9 876 / 56	427 / 2	5 556 / 66	1050 / 24	745 / 10	$M_{22,9}\ \frac{SO^4_{56}Cl_{42}HCO^3_2}{(Na+K)_{66}Mg_{24}Ca_{10}}$

208	В 3,1 км к ЮЮВ от пос Чернолески	0	Пески	–	–	–	20 496	174,6	5 623 / 46	8 160 / 50	903 / 4	3878 / 49	1742 / 42	636 / 9	$M_{20,5}\frac{SO^4_{50}Cl_{46}HCO^3_4}{(Na+K)_{43}Mg_{42}Ca_9}$
121а	В 2 км к СЗ от хут Алекую	90	»	54,6 / –	0,51 / –	–	418	4,8	48 / 20	75 / 22	250 / 58	48 / 32	26 / 30	153 / 38	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{55}SO^4_{22}Cl_{20}}{Ca_{38}(Na+K)_{32}Mg_{30}}$
	Северо-Осетинская АССР														
139	Станица Павлодольская, юго-восточная окраина	140	»	40,5 / 6,8	2 / 0,9	2,9	280	3,3	21 / 12	74 / 31	108 / 57	36 / 32	4 / 7	60 / 61	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{55}SO^4_{35}Cl_{10}}{Ca_{61}(Na+K)_{32}Mg_7}$
140	Юго-западная окраина с. Раздельного	152,6	»	56 / 3,8	4,55 / 27,1	0,17	227	3,2	7 / 5	42 / 23	163 / 72	17 / 19	15 / 31	40 / 50	$M_{0,2}\frac{HCO^3_{72}SO^4_{23}Cl_5}{Ca_{59}Mg_{31}(Na+K)_{10}}$
142	В 10 км к СВ от г Моздока	135	»	17 / 11,4	2,6 / 5,6	0,46	384	4,2	18 / 8	132 / 42	201 / 50	53 / 36	6 / 2	75 / 68	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{50}SO^4_{42}Cl_8}{Ca_{68}(Na+K)_{30}Mg_2}$
	Дагестанская АССР														
155	Сел Аксай	34,46	Песок	90,7 / 4,5	0,055 / 1	0,055	1 309	17	21 / 2	832 / 84	170 / 14	76 / 16	63 / 25	241 / 59	$M_{1,3}\frac{SO^4_{84}HCO^3_{14}Cl_2}{Ca_{39}Mg_{25}(Na+K)_{16}}$
156	Сел Аксай	16,5	»	150 / +3,5	0,78 / 1,1	0,75	1 358	12,5	206 / 26	508 / 53	287 / 21	224 / 14	46 / 17	175 / 39	$M_{1,4}\frac{SO^4_{53}Cl_{26}HCO^3_{21}}{(Na+K)_{44}Ca_{38}Mg_{17}}$
158	Сел Казьма-Аул	4,5	»	78,85 / +1,2	2 / самоизл	–	900	12	31 / 4	68 / 8	1002 / 88	154 / 30	48 / 37	163 / 33	$M_{0,9}\frac{HCO^3_{88}SO^4_5Cl_7}{Mg_{55}Ca_{33}(Na+K)_{30}}$
159	Сел Токлу-Кутан	10,1	»	206 / +7,7	2,2 / 3,5	0,4	785	31	31 / 9	62 / 10	625 / 81	183 / 42	36 / 16	161 / 42	$M_{0,8}\frac{HCO^3_{81}SO^4_{10}Cl_9}{(Na+K)_{42}Ca_{42}Mg_{16}}$
161	Ст Гребенская, в центре	11	»	96,43 / 2	6,2 / –	–	500	6,5	91 / 26	68 / 14	366 / 60	79 / 34	62 / 51	29 / 15	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{61}Cl_{26}SO^4_{14}}{Mg_{51}(Na+K)_{34}Ca_{15}}$

Номер подпунктов на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), уровня воды (знаменатель), м	Дебит скважины л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в % экв) Cl⁻	SO_4^{--}	HCO_3^-	$Na^+ + K^+$	Mg	Ca^{++}	Формула Курлова
165	Сел. Туршуной	1,18	Песок	183,5 / 0,1	0,33 / 4	0,8	1 200	10	108 / 15	547 / 60	292 / 25	207 / 47	46 / 20	125 / 33	$M_{1,2}\frac{SO^4_{60}HCO^3_{35}Cl_{15}}{(Na+K)_{47}Ca_{33}Mg_{20}}$
166	Сел. Кутан-Аул, северо-восточная окраина	10	»	121 / —	—	—	500	6,8	59 / 19	219 / 51	158 / 30	78 / 44	68 / 34	24 / 22	$M_{0,5}\frac{SO^4_{51}HCO^3_{30}Cl_{19}}{(Na+K)_{44}Mg_{34}Ca_{22}}$
172	Станица Курдюковская	2,88	»	95,9 / +0,5	0,8 / самоизл.	—	600	—	28 / 8	270 / 55	227 / 37	119 / 51	12 / 10	39 / 39	$M_{0,6}\frac{SO^4_{55}HCO^3_{37}Cl_8}{(Na+K)_{51}Ca_{39}Mg_{10}}$
186	В ст-це Александрийской	—20	»	123,5 / +1	1,6 / —	—	2 200	3,3	287 / 8	93 / 2	1422 / 90	1091 / 91	94 / 4	25 / 5	$M_{2,2}\frac{HCO^3_{90}Cl_8SO^4_2}{(Na+K)_{91}Ca_5Mg_4}$
188	Сел. Ахта-Чакан	—17	»	152 / —	0,12 / —	—	500	6,4	58 / 15	58 / 14	415 / 68	73 / 35	5 / 4	120 / 61	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{68}Cl_{18}SO^4_{14}}{Ca_{61}(Na+K)_{35}Mg_4}$
190	В 11,5 км к СЗ от сел. Кази-Юрт	—12,8	»	184,4 / +6,3	2 / 3,5	0,35	500	2,3	61 / 18	50 / 10	440 / 72	176 / 75	10 / 7	30 / 18	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{72}Cl_{18}SO^4_{10}}{(Na+K)_{75}Ca_{18}Mg_7}$
191	В 6 км от ст. Александрийской	—18	»	310 / +7,5	5 / 6,4	0,8	2 122	4,8	160 / 12	600 / 34	1200 / 54	680 / 84	27 / 7	55 / 9	$M_{2,1}\frac{HCO^3_{54}SO^4_{34}Cl_{12}}{(Na+K)_{84}Ca_9Mg_7}$

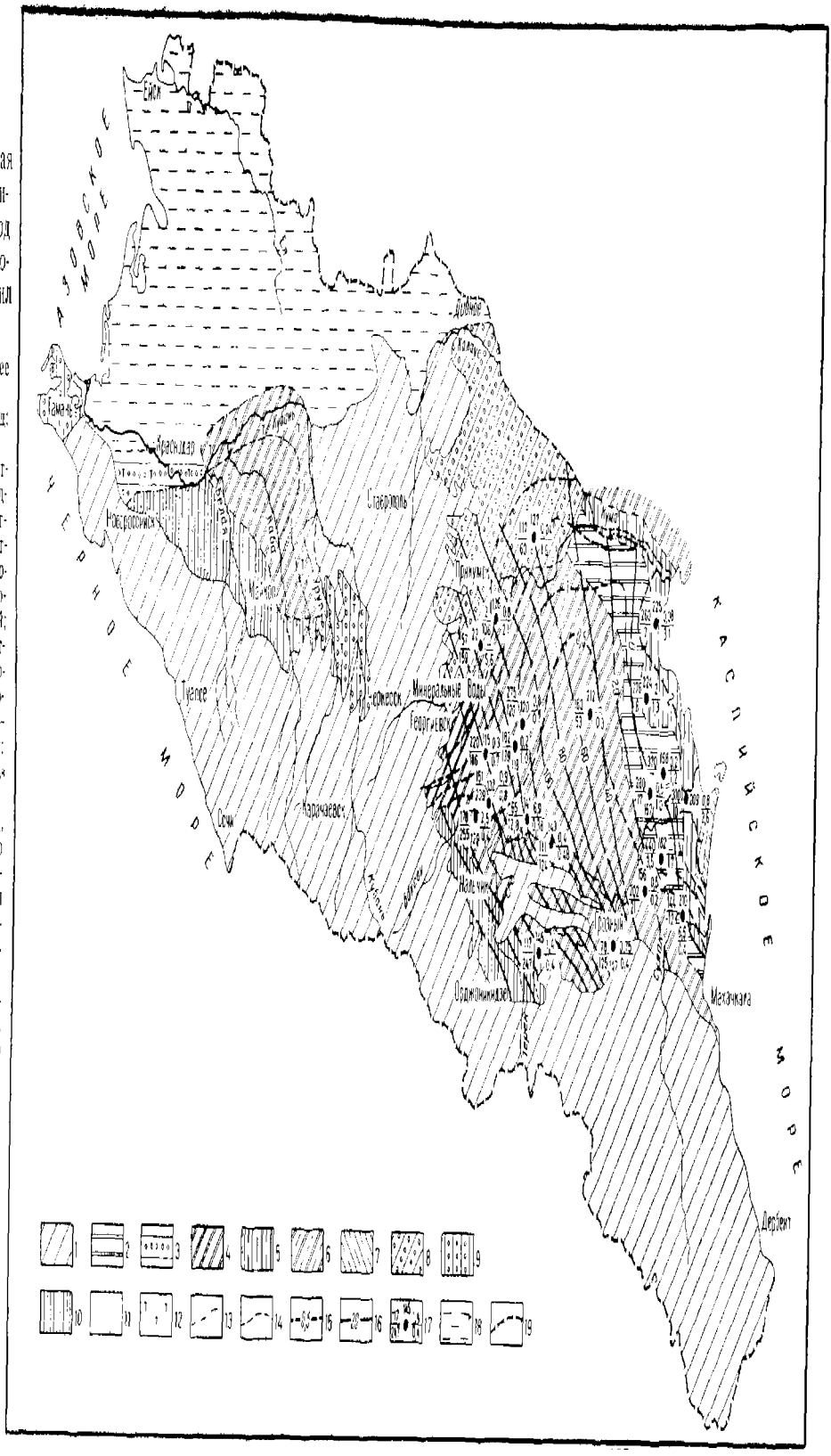


Рис. 8. Схематическая карта пьезоизогипс и химического состава вод в отложениях бакинского яруса (Составил Н. С. Погорельский)

1 – область развития более древних отложений.

Ионный состав вод: *2* – гидрокарбонатно-натриевый; *3* – сульфатно-натриево-кальциевый; *4* – гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевый, сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевый; *5* – гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый; *6* – хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый; *7* – хлоридно-натриевый; *8* – хлоридно-сульфатно-натриевый; *9* – воды пестрые по составу; *10* – гидрокарбонатно-кальциевый.

Минерализация вод, *г/л*: *11* – до 1; *12* – от 1 до 3; *13* – границы гидрохимических зон; *14* – границы зон с различной минерализацией; *15* – изолинии минерализации, *г/л*.

Прочие обозначения: *16* – пьезоизогипсы, *абс. отм.*; *17* – вверху номер скважины; слева: числитель – отметка кровли водоносного горизонта, *м*; знаменатель – абсолютная отметка пьезометрического уровня, *м*; справа: числитель – удельный дебит, *л/сек*; знаменатель – минерализация, *г/л*; *18* – спорадическое распространение грунтовых вод пестрого состава в континентальных отложениях бакинского яруса; *19* – граница территории Северного Кавказа

Таблица 8

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений бакинского яруса (Q_1b) в области погружения

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель) и уровня воды (знаменатель), м	Дебит скважины, л/сек (числитель) понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в %-экв)						Формула Курлова
									Cl^-	SO_4^{--}	HCO_3^-	$Na+K$	Mg	Ca^{++}	
103	Село Ростовановка	192	Пески	169,5 / 28,25	0,49 / 9,55	0,05	431	4,7	18 / 7	165 / 50	173 / 43	47 / 30	22 / 27	58 / 43	$M_{0,4}\frac{SO_{50}^4HCO_{39}^3Cl_7}{Ca_{43}(Na+K)_{30}Mg_{27}}$
106	В 10,5 км к ВСВ от хут. Пролетарского	234,6	»	127,5 / 13,65	3,2 / 10	0,32	506	5,2	42 / 15	183 / 47	189 / 38	66 / 35	22 / 23	68 / 42	$M_{0,5}\frac{SO_{47}^4HCO_{38}^3Cl_{15}}{Ca_{42}(Na+K)_{35}Mg_{23}}$
115	Село Советское, западная окраина	203	»	220 / 17	4,65 / 8,4	0,55	1088	7,5	46 / 11	303 / 55	254 / 34	94 / 35	446 / 32	78 / 33	$M_{0,7}\frac{SO_{55}^4HCO_{34}^3Cl_{11}}{(Na+K)_{35}Ca_{33}Mg_{32}}$
118	Село Добровольное	172	»	182 / 33	1,5 / 6,5	0,23	977	6,3	106 / 19	482 / 63	171 / 18	218 / 60	32 / 17	74 / 23	$M_{1,0}\frac{SO_{63}^4Cl_{19}HCO_{18}^3}{(Na+K)_{60}Ca_{23}Mg_{17}}$
120	В 12 км к ЮВ от с. Степного	146	»	275 / 26	3,4 / 41,4	0,8	752	5,6	53 / 13	309 / 56	216 / 31	134 / 51	23 / 16	75 / 33	$M_{0,8}\frac{SO_{56}^4HCO_{31}^3Cl_{13}}{(Na+K)_{51}Ca_{33}Mg_{16}}$
126	В 7 км к СЗ от с. Архангельского	102,4	»	62,4 / 44,4	2,65 / 3,4	0,8	2082	16,7	471 / 39	780 / 49	244 / 12	388 / 50	97 / 24	174 / 26	$M_{2,0}\frac{SO_{49}^4Cl_{39}HCO_{12}^3}{(Na+K)_{50}Ca_{26}Mg_{24}}$
	Кабардино-Балкария														
129	В 6,7 км к северу от станицы Солдатской	288	Пески	148 / 33,6	3 / 1,18	2,5	431	4,7	7 / 8	165 / 50	173 / 42	47 / 32	58 / 43	22 / 25	$M_{0,4}\frac{SO_{50}^4HCO_{42}^3Cl_8}{Mg_{43}(Na+K)_{32}Ca_{25}}$
130	В 2,8 км к западу от с. Нартан	417,5	»	74 / 32,4	3,36 / 3,55	1	267	4,5	7 / 5	44 / 23	170 / 72	4 / 4	11 / 19	74 / 77	$M_{0,3}\frac{HCO_{72}^3SO_{23}^4Cl_5}{Ca_{77}Mg_{19}(Na+K)_4}$
136	Село Старая крепость	430	»	87,5 / 62,5	0,46 / 1,1	0,45	304	4,1	10 / 6	118 / 50	134 / 44	19 / 16	13 / 22	62 / 62	$M_{0,3}\frac{SO_{50}^4HCO_{44}^3Cl_6}{Ca_{62}Mg_{22}(Na+K)_{16}}$

Северо Осетинская АССР

138	Станица Змейская	300	Пески	157,4 / 1,1	0,09 / 0,18	6	176	2,5	7 / 6	28 / 18	140 / 76	15 / 20	2 / 6	47 / 74	$M_{0,2}$	$\frac{HCO^3_{76}SO^4_{18}Cl_6}{Ca_{74}(Na+K)_{20}Mg_6}$
141	В 4,5 км к СЗ от г Моздока	140	„	65 / 11,6	4,5 / 0,65	6,9	305	2,5	9 / 5	91 / 37	186 / 58	62 / 32	3 / 6	45 / 43	$M_{0,3}$	$\frac{HCO^3_{55}SO^4_{37}Cl_8}{(Na+K)_{52}Ca_{43}Mg_5}$
143	Ст Галюгаевская	118	„	111 / 6	1,5 / 4	0,4	380	3,8	35 / 14	101 / 30	229 / 56	70 / 44	11 / 14	58 / 42	$M_{0,4}$	$\frac{HCO^3_{56}SO^4_{30}Cl_{14}}{(Na+K)_{44}Ca_{42}Mg_{14}}$
144	В 10 км к югу от станицы Терской	184	„	125 / 62	0,6	—	605	6,6	81 / 25	136 / 31	253 / 44	61 / 29	33 / 29	78 / 42	$M_{0,6}$	$\frac{HCO^3_{44}SO^4_{31}Cl_{25}}{Ca_{42}(Na+K)_{29}Mg_{29}}$

Чечено Ингушская АССР

145	Колхоз им Красной армии	309,2	Пески	117 / 52	1,45 / —	—	470	8,1	41 / 13	100 / 24	330 / 65	12 / 6	11 / 11	142 / 83	$M_{0,5}$	$\frac{HCO^3_{63}SO^4_{24}Cl_{13}}{Ca_{83}Mg_{11}(Na+K)_6}$
147	Село Октябрьское	146,56	„	78,5 / 20,8	4,4 / 5,9	0,75	368	5,3	10 / 5	73 / 25	250 / 70	16 / 12	22 / 30	68 / 58	$M_{0,4}$	$\frac{HCO^3_{70}SO^4_{25}Cl_5}{Ca_{50}Mg_{30}(Na+K)_{12}}$
151	В 2 км к западу от ст Ишерская	103,34	„	106 / 6,8	0,37 / 0,2	0,18	380	4,23	46 / 20	84 / 25	230 / 55	60 / 35	17 / 20	57 / 42	$M_{0,4}$	$\frac{HCO^3_{55}SO^4_{35}Cl_{20}}{Ca_{51}(Na+K)_{35}Mg_{20}}$

Дагестанская АССР

166	Сел Аксай	34,46	Пески	130,5 / 0,7	0,111 / 2	0,955	1193	15	42 / 6	688 / 76	208 / 18	88 / 20	48 / 21	223 / 58	$M_{1,2}$	$\frac{SO^4_{76}HCO^3_{18}Cl_6}{Ca_{50}Mg_{21}(Na+K)_{29}}$
167	В 3 км к северу от г Кизляра	8	„	280 / 49	4 / 7,8	0,5	700	0,9	27 / 6	77 / 13	630 / 81	265 / 92	3 / 3	12 / 5	$M_{0,7}$	$\frac{HCO^3_{81}SO^4_{13}Cl_6}{(Na+K)_{92}Ca_5Mg_3}$
170	В 12 км к СЗ от пос Александра Невского	19	„	145 / 10	2,1 / —	—	317	—	28 / 13	77 / 28	207 / 59	18 / 14	15 / 21	76 / 65	$M_{0,3}$	$\frac{HCO^3_{59}SO^4_{26}Cl_{13}}{Ca_{65}Mg_{21}(Na+K)_{14}}$

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина проникания воды (числитель), установившийся уровень воды (знаменатель), м	Дебит скважины, л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая мг экв/л	Содержание ионов (числитель — мг/л, знаменатель — в % экв)						Формула Курлова
									Cl	SO_4''	HCO_3'	Na+K	Mg	Ca	
178	Архангельский полуостров	−21,2	Пески	390 / +9,7	9 / 9,3	0,9	4633	16	1906 / 67	570 / 15	807 / 18	1479 / 80	149 / 15	81 / 5	$M_{4,6}\frac{Cl_{65}HCO^3_{15}SO^4_{15}}{(Na+K)_{80}Mg_{15}Ca_5}$
209	В 8 км к югу от ст Александрийской	−18	»	310 / +7,5	5 / 6,4	0,8	2624	48	162 / 13	630 / 36	1190 / 51	683 / 52	27 / 5	327 / 43	$M_{2,6}\frac{HCO^3_{51}SO^4_{36}Cl_{13}}{(Na+K)_{52}Ca_{43}Mg_5}$
210	Хутор Львовский	−17	»	149,35 / +5,5	1,3 / 0,2	6,5	400	3,1	32 / 13	78 / 23	256 / 64	83 / 53	11 / 13	41 / 34	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{64}SO^4_{23}Cl_{13}}{(Na+K)_{53}Ca_{34}Mg_{13}}$
211	В 6 км к Юз от с Чаканного	−22	»	390 / +9,7	9 / 9,3	0,9	3087	16	812 / 36	84 / 30	1210 / 34	1440 / 82	110 / 15	36 / 3	$M_{3,1}\frac{Cl_{55}HCO^3_{34}SO^4_{36}}{(Na+K)_{82}Mg_{15}Ca_3}$
213	Западная часть аула Нариман	23	»	157,2 / +2,4	5 / 22	0,23	600	4,9	57 / 18	222 / 52	162 / 30	91 / 45	21 / 19	64 / 36	$M_{0,6}\frac{SO^4_{52}HCO^3_{30}Cl_{18}}{(Na+K)_{45}Ca_{36}Mg_{19}}$
224	В 8,5 км к Юз от ж-д ст Кочубеи	−22	»	276 / +15,6	30 / 14,4	2,1	1043	1,09	170 / 26	160 / 18	610 / 56	370 / 90	11 / 4	22 / 6	$M_{1,0}\frac{HCO^3_{56}Cl_{26}SO^4_{18}}{(Na+K)_{90}Ca_6Mg_4}$
225	В 18 км к СВ от с Черный Рынок	−23	»	260 / +5,6	0,35 / 4,1	0,08	2927	6,76	587 / 36	1128 / 51	389 / 13	909 / 85	41 / 7	68 / 8	$M_{2,9}\frac{SO^4_{51}Cl_{36}HCO^3_{13}}{(Na+K)_{85}Ca_8Mg_7}$
239	Пос Лопас	−13,8	»	172 / +7	0,58 / фонт	—	1724	2,3	668 / 61	14 / 1	659 / 35	660 / 93	21 / 5	10 / 2	$M_{1,7}\frac{Cl_{61}HCO^3_{36}SO^4_1}{(Na+K)_{93}Mg_5Ca_2}$
243	В 5 км к СВ от ж-д ст Артезиан	−20	»	187,2 / 2,5	0,26 / фонт	—	2170	1,64	858 / 66	40 / 2	726 / 32	812 / 96	4 / 1	26 / 3	$M_{2,2}\frac{Cl_{65}HCO^3_{32}SO^4_2}{(Na+K)_{96}Ca_3Mg_1}$

Водоносный комплекс краснодарских слоев (N_2^3kr). Воды краснодарских слоев достаточно хорошо изучены в южной части Азово-Кубанского артезианского бассейна, где они являются основным водоносным горизонтом. На базе этого горизонта осуществляется водоснабжение г. Краснодара. Воды приурочены к мелко- и среднезернистым пескам, переслаивающимся с плотными глинами различной мощности. Суммарная мощность горизонта колеблется от 14 до 80 *м*, причем в северном направлении количество песчаных прослоев и их мощность уменьшаются.

Воды краснодарских слоев являются напорными. Залегают они на глубинах от 53 до 270 *м*. Верхним водоупором водоносного горизонта являются глины древнечетвертичного возраста, а нижним — глины куяльницкого яруса. Пьезометрические уровни их устанавливаются от 5 *м* ниже и до 0,3 *м* выше устьев скважин (в прибрежной полосе Азовского моря). Абсолютные отметки пьезометрических уровней изменяются от 0 до 70 *м*. Движение вод происходит с востока на запад — к Азовскому морю.

Водоносный комплекс является водообильным; дебиты скважин достигают 2—20 *л/сек*, а удельные дебиты — 0,1—3 *л/сек*.

В районе г. Краснодара в описываемых образованиях насчитывается до 10 водоносных слоев, количество которых в северном направлении уменьшается до 5. Некоторые из них имеют гидравлическую связь, так как глинистые прослои, разделяющие пески, не выдержаны по простиранию и мощности.

Воды рассматриваемого горизонта преимущественно пресные — сухие остатки их колеблются от 0,3 до 0,5 *г/л* и только в западной части Азово-Кубанского артезианского бассейна минерализация их повышается до 1,5—2,3 *г/л*. По химическому составу они относятся: в юго-восточной части к гидрокарбонатно-кальциевым, гидрокарбонатно-натриево-кальциевым, в центральной — к гидрокарбонатно-натриевым и в прибрежной полосе Азовского моря — к сульфатно-хлоридно-натриевым, хлоридно-сульфатно-натриевым и гидрокарбонатно-хлоридно-натриевым. Питание водоносных горизонтов происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и грунтовых вод четвертичных отложений. Режим их сравнительно устойчивый (табл. 9).

Водоносный горизонт танаисских слоев (N_2^3t) приурочен к песчано-гравийно-галечниковым прослоям, залегающим среди плотных глин. Верхним водоупором служат скифские глины, нижним — глины надпонтической (нерасчлененной) свиты. Мощности водоносных слоев колеблются от 1 до 5 *м*. Воды вскрываются скважинами на глубинах 40—110 *м*. Пьезометрические уровни их устанавливаются ниже устьев скважин на глубине от 1 до 55 *м*. Дебиты скважин достигают 1—14 *л/сек*, а удельные дебиты — 0,1—2 *л/сек*. Для вод характерна повышенная минерализация (1,5—3 *г/л*), которая, по-видимому, обусловлена слабой промытостью рассматриваемых континентальных отложений, а также подмешиванием минерализованных вод четвертичных образований. По химическому составу они относятся к сульфатно-хлоридно-натриевым, хлоридно-сульфатно-натриевым, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевым. Воды же нижележащих отложений надпонта и понта той же территории пресные (0,6—0,8 *г/л*), гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые. Таким образом, в районе развития танаисских слоев наблюдается обратная вертикальная гидрохимическая зональность — уменьшение минерализации вод с глубиной.

Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации вод четвертичных отложений и частичного перелива напорных вод

Таблица 9

Гидрогеологическая характеристика подземных вод краснодарских слоев (N_2^3kr) в области погружения

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель) уста ионившийся уровень, (знаменатель) м	Дебит скважины л/сек (числитель) понижение м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток мг/л	Жесткость общая мг экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в % экв) Cl	SO_4	HCO_3	Na+K	Mg	Ca	Формула Курлова
	Краснодарский край														
2	В 2,5 км к югу от ж-д ст Афипская	30	Пески	130/18	5,55/22	0,25	525	4,56	27/8	70/15	445/77	114/52	22/19	55/29	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{77}SO^4_{15}Cl_8}{(Na+K)_{52}Ca_{29}Mg_{19}}$
3	Аул Октябрьский	20	„	86/10	4,16/30	0,1	332	4,4	15/8	30/12	281/81	30/23	9/13	74/64	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{80}SO^4_{12}Cl_8}{Ca_{64}(Na+K)_{23}Mg_{13}}$
9	Станица Троицкая	5	„	91/3	10/12	0,8	350	1,3	36/17	62/22	220/61	105/77	5/7	18/16	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{61}SO^4_{22}Cl_{17}}{(Na+K)_{77}Ca_{16}Mg_7}$
18	В 3 км к западу от от ж-д ст Протока	7,5	„	113	6,94/15	0,46	526	3,02	47/14	125/29	323/57	143/67	17/15	33/18	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{57}SO^4_{29}Cl_{14}}{(Na+K)_{67}Ca_{18}Mg_{15}}$
24	В 22 км к СВ от г Темрюка	0,68	„	142/−0,3	3/6,8	0,44	2328	12,6	567/37	845/55	195/8	550/65	74/17	134/18	$M_{2,3}\frac{SO^4_{55}Cl_{37}HCO^3_8}{(Na+K)_{65}Ca_{18}Mg_{17}}$
27	Ст Петровская	2	„	110/3	2,5/19	0,3	1012	4,3	280/45	196/24	329/31	333/85	29/14	4/1	$M_{1,0}\frac{Cl_{45}HCO^3_{31}SO^4_{24}}{(Na+K)_{85}Mg_{14}Ca_1}$
32	В 11 км к ЮЮЗ от ст Красноармейской, хут Протичка	5,2	„	130,5/−2,5	5,5/11,5	0,48	770	2,2	150/33	178/29	311/38	248/83	16/10	18/7	$M_{0,8}\frac{HCO^3_{38}Cl_{33}SO^4_{29}}{(Na+K)_{83}Mg_{10}Ca_7}$
36	В 12 км к юго западу от ж-д ст Ведмидовка	20	„	177/—	6,4/12	0,5	402	0,61	37/16	72/22	256/62	141/91	1/1	10/8	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{62}SO^4_{22}Cl_{16}}{(Na+K)_{91}Ca_8Mg_1}$

нижележащих водоносных горизонтов. Режим его недостаточно изучен. Плохое качество вод и низкая водообильность рассматриваемых отложений ограничивают их практическое использование (табл. 10).

Водоносный горизонт армавирской свиты (Na_2^3ar). Водоносные отложения армавирской свиты развиты по северному и северо-западному склонам Ставропольского поднятия. Они изучены весьма слабо. Мощность их не превышает 50 *м*. Водосодержащими породами являются мелкозернистые пески, супеси и песчанистые глины. Прослои песков часто имеют форму линз небольшой мощности — от 0,5 до 2 *м*. Водоносный горизонт безнапорный или слабонапорный. Глубина залегания его от 2 *м* в долинах балок и до 30 *м* на водораздельных площадях. На северо-западном склоне Ставропольского поднятия водоносный горизонт погружается на глубину 80—100 *м*.

Питание его происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также минерализованных вод перекрывающих делювиальных отложений.

Водообильность отложений армавирской свиты довольно слабая — дебиты колодцев в среднем составляют 0,1—0,5 и редко 0,7 *л/сек*. Воды отличаются весьма пестрой минерализацией, изменяющейся от 0,3 до 12 *г/л*, причем пресные воды встречаются реже.

По химическому составу пресные воды относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевым, гидрокарбонатно-магниево-кальциево-натриевым; с повышенной минерализацией — к сульфатно-хлоридно-натриевым и с высокой — к хлоридно-сульфатно-натриевым.

Дренаж водоносного горизонта осуществляется эрозионной сетью. Режим его находится в прямой зависимости от климатических условий и от гидродинамической связи с вышележащими водоносными горизонтами. Использование вод отложений армавирской свиты ограничено в связи с плохим их качеством и слабой водообильностью горизонта. Однако на отдельных площадях они используются для хозяйственных нужд и в очень редких случаях для питьевых целей.

Водоносный комплекс отложений апшеронского яруса (N_2^3ap). Водоносные отложения апшерона широко развиты в центральной и восточной частях равнинной территории Северного Кавказа. По условиям залегания встречаются грунтовые и напорные воды. Первые развиты в предгорной части района, где отложения апшерона выходят на поверхность; вторые залегают под мощной толщей четвертичных образований на территории Терско-Кумского и Дагестанского артезианских бассейнов. Водосодержащими являются пески, песчаники, конгломераты и галечники. В области предгорий, в долинах рек и балок из апшерона выходят родники с дебитами от 0,1 до 10 *л/сек*. Воды их преимущественно пресные (до 0,5 *г/л*), гидрокарбонатно-кальциевые и реже гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые. Воды источников с повышенной минерализацией являются сульфатно-гидрокарбонатно-натриевыми, сульфатно-натриево-кальциевыми, с высокой — сульфатно-хлоридно-натриево-магниевыми и сульфатно-хлоридно-натриевыми.

Пресные грунтовые воды вскрыты колодцами на склонах Сунженского хребта на глубинах от 5 до 25 *м* и используются для водоснабжения. Напорные воды получили широкое развитие в Терско-Кумском артезианском бассейне, где они сравнительно хорошо изучены, а также в Дагестанском артезианском бассейне, где они почти не изучены.

Водоносность апшеронских отложений наиболее хорошо изучена по данным буровых скважин, вскрывших последние в центральной и северо-западной частях Терско-Кумского артезианского бассейна на глубинах от 100 до 300 *м*. В южной и юго-восточной частях Терско-

Таблица 10

Гидрогеологическая характеристика отложений танаисских слоев в области погружения (N_2^3t)

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина проникновения скважины в пласт (повышенная уровень), (знаменатель), м	Дебит скважины, л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель—в мг/л, знаменатель—в % экв)						Формула Курлова
									Cl^-	SO_4^{--}	HCO_3^-	$(Na^+ + K^+)$	Mg^{++}	Ca^{++}	
	Краснодарский край														
37	Ст. Старо-Минская, маслосырзавод	27	Пески	54/−4,2	13,8/10	1,38	1376	6,24	498/59	138/13	499/28	399/73	41/15	58/12	$M_{1,4}\frac{Cl_{59}HCO^3_{28}SO^4_{13}}{(Na+K)_{73}Mg_{15}Ca_{12}}$
40	Ст. Канеловская	—	„	81/−5,8	11,1/14,7	0,76	1246	6,4	412/55	133/13	415/32	339/69	45/18	54/13	$M_{1,2}\frac{Cl_{55}HCO^3_{28}SO^4_{13}}{(Na+K)_{68}Mg_{18}Ca_{13}}$
42	Ст. Большая Козинка	35	„	68/−21	8,3/5	1,66	2290	23,3	906/61	373/19	500/20	420/44	197/39	143/17	$M_{2,3}\frac{Cl_{61}HCO^3_{20}SO^4_{19}}{(Na+K)_{44}Mg_{39}Ca_{17}}$
44	В 15 км к СЗ от ст. Кущевской	40	„	85/−55	52/31	0,17	2854	26,3	863/34	910/46	305/20	504/46	159/27	266/27	$M_{2,0}\frac{SO^4_{46}Cl_{34}HCO^3_{20}}{(Na+K)_{46}Mg_{27}Ca_{27}}$
46	Ст. Кущевская, хлопкозавод	20	„	57/—	1,66/—	—	1170	—	375/49	181/18	428/33	202/41	84/32	114/27	$M_{1,2}\frac{Cl_{45}HCO^3_{28}SO^4_{18}}{(Na+K)_{41}Mg_{32}Ca_{27}}$
49	Хутор Павловка	57	„	55/−25	5,8/12	0,48	2793	40,2	1058/63	785/30	171/7	268/22	332/32	275/26	$M_{2,8}\frac{Cl_{63}SO^4_{30}HCO^3_{7}}{Mg_{32}Ca_{26}(Na+K)_{22}}$

Кумской низменности, а также на территории Владикавказской и Кабардинской предгорных равнин и в Алханчуртской долине водоносность рассматриваемых осадков изучена слабо вследствие их глубокого залегания.

В южной части Сунженской равнины воды апшерона выведены буровыми скважинами с глубин 120—200 *м*, где они приурочены к песчано-галечниковым отложениям, залегающим среди плотных глин. Воды напорные, пьезометрические уровни их устанавливаются обычно ниже устьев скважин от 5 до 20 *м*. Дебиты скважин колеблются от 1 до 5 *л/сек*, удельные дебиты — от 0,1 до 1 *л/сек*. Воды пресные (0,3—0,5 *г/л*) гидрокарбонатно-кальциевые, гидрокарбонатно-кальциево-магниевые и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевые; используются для водоснабжения населенных пунктов.

На территории Владикавказской впадины воды апшерона залегают в песчано-галечниковых отложениях примерно на глубинах 300—350 *м*. По степени минерализации, химическому составу и водообильности они не отличаются от пресных вод древнечетвертичных отложений, залегающих выше и являющихся также слабо минерализованными гидрокарбонатно-кальциевыми.

На территории Кабардинской равнины, в восточной ее части, и в Притеречной полосе напорные воды апшерона вскрыты несколькими скважинами в песчано-галечных отложениях на глубине 500—600 *м*. Пьезометрические уровни их на 1—2 *м* ниже или на 1 *м* выше устьев скважин; дебиты их при самоизливе не превышают 0,5 *л/сек*. Минерализация вод 0,5—0,6 *г/л*; по химическому составу они относятся к сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевым.

В западной части Терско-Кумского артезианского бассейна, в долине р. Кумы, воды апшерона вскрываются скважинами на глубинах от 100 до 250 *м*, большинство из которых дают самоизливающуюся воду с дебитами от 2 до 5 *л/сек* и удельными дебитами 0,1—2 *л/сек*. Воды слабо минерализованные — сухой остаток не превышает 0,7 *г/л*. По химическому составу они относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевым и сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-натриевым. По направлению к Ставропольской возвышенности минерализация их возрастает до 1—2 *г/л*, что объясняется поступлением со стороны Ставропольского поднятия более минерализованных вод. В центральной части бассейна пресные воды вскрываются скважинами на глубинах 250—350 *м*. Минерализация их колеблется от 0,5 до 1 *г/л*. Ионный состав вод пестрый. Дебиты скважин при самоизливе на устье изменяются от 1 до 20 *л/сек*. Пьезометрические уровни устанавливаются на 2—30 *м* выше устьев скважин. В северной и восточной частях Терско-Кумского артезианского бассейна воды имеют повышенную минерализацию (1—5 *г/л*), а за пределами описываемой территории (на Черных землях) — очень высокую минерализацию (20—80 *г/л*). Движение потока происходит с юго-запада на северо-восток — в сторону Каспийского моря. Абсолютные отметки пьезометрических уровней изменяются от 400 *м* до нуля и ниже (рис. 9).

В пределах бассейна четко выражена горизонтальная гидрохимическая зональность, подробно рассмотренная ниже в специальной главе.

Водоносные горизонты отложений апшеронского яруса ввиду невыдержанности песчаных и глинистых пластов принято рассматривать как единый водоносный комплекс. Основное питание его происходит в южной и юго-западной частях бассейна за счет пресных вод мощной

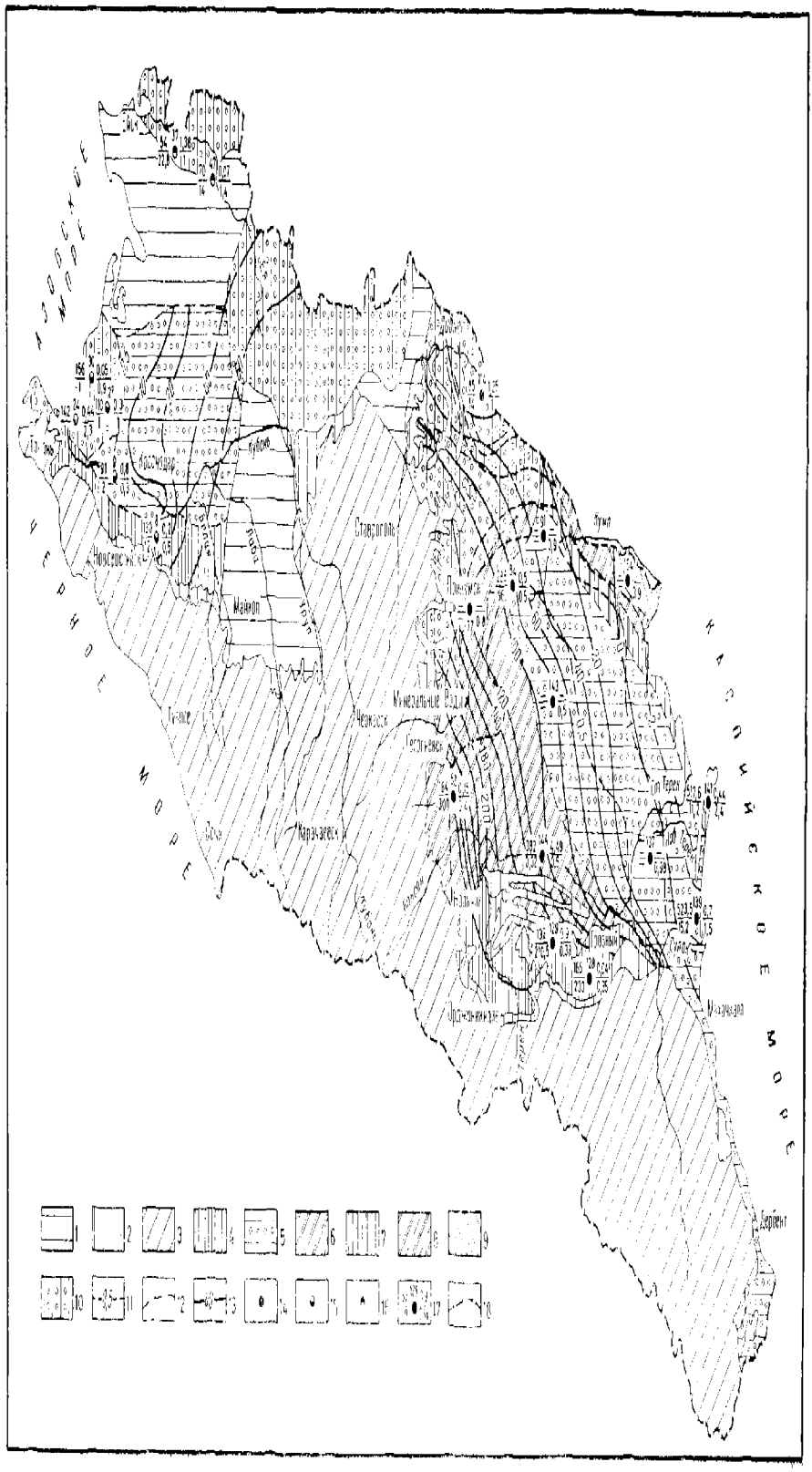


Рис. 9. Схематическая карта пьезоизогипс и химического состава вод отложений верхнего плиоцена (Составил Н. С. Погорельский)

1 – область размыва верхнеплиоценовых отложений, 2 – область поверхностного распространения отложений верхнего плиоцена; 3 – область развития более древних отложений. Химический состав вод: 4 – гидрокарбонатно-кальциевый, 5 – гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевый; 6 – сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевый, 7 – гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый, 8 – хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый, 9 – хлоридно-натриевый, 10 – воды пестрые по составу; 11 – изолинии минерализации, г/л; 12 – границы гидрохимических зон. Прочие обозначения: 13 – пьезоизогипсы, абс. отм.; 14 – скважины, вскрывшие апшеронский водоносный горизонт; 15 – то же водоносный горизонт краснодарских слоев; 16 – то же таманских слоев; 17 – вверху – номер скважины; слева числитель – отметка кровли водоносного горизонта, м, знаменатель – абс. отметка пьезометрического уровня, м; справа числитель – удельный дебит (в скобках – дебит), л/сек, знаменатель – минерализация, г/л; 18 – границы территории Северного Кавказа

(более 300 *м*) толщи древнего аллювия, слагающего предгорную равнину.

В пределах горной части территории Дагестана водоносный комплекс апшеронского яруса отличается большим разнообразием фациально-литологического состава слагающих его пород. Водовмещающими являются: известняки-ракушечники, песчаники, пески, галечники и конгломераты. Мощность пластов изменяется от 4—12 до 24—32 *м*.

Дренаж водоносного комплекса происходит в глубоких врезах гидрографической сети.

На юге Дагестанского артезианского бассейна к отложениям апшерона приурочены воды с несколько повышенной минерализацией и жесткостью, пригодные для водопоя скота и реже для питьевых целей. Величина минерализации их изменяется от 1 до 2,5 *г/л*. По химическому составу они относятся к сульфатно-гидрокарбонатно-натриевым, сульфатно-кальциевым и хлоридно-сульфатно-натриевым. Дебиты родников, приуроченных к образованиям апшерона, колеблются от 0,17 до 20 *л/сек*, причем для преобладающего количества их они составляют 2 *л/сек*.

Значительно лучшее качество вод, при высокой водообильности горизонтов, отмечается на северо-западе рассматриваемой территории. Величина общей минерализации вод здесь не превышает 1 *г/л*. Отложения апшерона в северо-западной части полосы палеоген-неогеновых предгорий погружаются к северу под мощную толщу древнекаспийских осадков. Благодаря хорошей промытости пород подземные воды их даже на значительном расстоянии от областей питания и на больших глубинах остаются пресными. В пределах Предкавказского прогиба они приобретают напорный характер, а скважины, вскрывающие их, — значительные дебиты (до 24—51 *л/сек*). Воды апшеронских отложений в пределах области питания имеют гидрокарбонатно-магниевый и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевый состав. В области погружения они становятся сульфатно-натриевыми и гидрокарбонатно-сульфатно-натриевыми. Пресные воды широко используются для водоснабжения (табл. 11).

Водоносный горизонт таманских слоев (N_2^3tm). Таманские слои развиты на территории Таманского полуострова. Водовмещающими породами служат пески кварцевые, мелко-среднезернистые и супеси общей мощностью 4—13 *м*. Воды имеют напорный характер; верхним водоупором служат красно-бурые континентальные глины верхнего плиоцена, нижним — глины куяльницкого яруса. Глубины залегания их изменяются от 10 *м* на крыльях до 150 *м* в центральных частях синклинальных структур, представляющих собой небольшие артезианские бассейны. Пьезометрические уровни вод устанавливаются ниже устьев скважин на 5—10 *м* и соответствуют абсолютным отметкам 0—5 *м*. Рассматриваемый водоносный горизонт является слабоводообильным — дебиты скважин при понижении уровня на 10—25 *м* составляют 0,7—2 *л/сек*, удельные дебиты — 0,01—0,16 *л/сек*; коэффициенты фильтрации водовмещающих пород 0,2—1,8 *м/сутки*. Воды имеют пеструю минерализацию (0,9—10,5 *г/л*), общая жесткость до 9 *мг·экв/л*. По химическому составу они относятся к гидрокарбонатно-натриевым, сульфатно-хлоридно-натриевым и часто к хлоридно-натриевым. Питание водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и грунтовых вод четвертичных отложений. Воды частично используются для водоснабжения населенных пунктов.

Таблица 11

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений апшеронского яруса (N_2^3ap) в области погружения

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), установившаяся уровень (знаменатель), м	Дебит скважины, л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в % мг-экв)						Формула Курлова
									Cl^-	SO_4^{--}	HCO_3^-	Na^++K^+	Mg^{++}	Ca^{++}	
	Ставропольский край														
52	Ст. Ново-Павловская	320	Пески	184/−20	6/40	0,15	460	5,4	18/6	173/50	195/44	44/26	19/22	70/52	$M_{0,5}\frac{SO_4^{--}{}_{50}HCO_3^-{}_{44}Cl_6}{Ca_{52}(Na+K)_{28}Mg_{22}}$
53	Село Орловка	206,25	"	285/−12	0,9/16	0,056	440	5,4	19/6	145/44	202/50	35/22	22/26	71/52	$M_{0,4}\frac{HCO_3^-{}_{50}SO_4^{--}{}_{44}Cl_6}{Ca_{52}Mg_{28}(Na+K)_{22}}$
54	Хутор Русский	150	"	603,5/11	0,53/—	-	498	5,2	34/11	81/19	378/70	83/41	11/10	86/49	$M_{0,5}\frac{HCO_3^-{}_{70}SO_4^{--}{}_{19}Cl_{11}}{Ca_{49}(Na+K)_{41}Mg_{10}}$
56	Село Горькая Балка	178	Пески, песчаники	129/+2,9	0,8/2,3	0,3	402	5,27	15/6	107/30	183/44	38/24	23/27	68/49	$M_{0,4}\frac{SO_4^{--}{}_{50}HCO_3^-{}_{44}Cl_6}{Ca_{52}Mg_{27}(Na+K)_{24}}$
59	В 1 км на запад от ст. Карамык	100	Пески	144/+3,3	1,6/2,9	0,55	432	4,25	27/9	204/53	191/38	90/48	9/9	7/43	$M_{0,4}\frac{SO_4^{--}{}_{53}HCO_3^-{}_{38}Cl_9}{(Na+K)_{48}Ca_{43}Mg_9}$
63	Село Ольгино	187	"	194/−52	2,35/25,5	0,09	1500	11,37	449/52	420/37	157/11	295/53	32/11	175/36	$M_{1,5}\frac{Cl_{52}SO_4^{--}{}_{37}HCO_3^-{}_{11}}{(Na+K)_{53}Ca_{36}Mg_{11}}$
81	В 6 км на СВ от пос. Новая жизнь	175,5	"	126,5/−91,4	—/—	—	9626	822	3300/54	1802/22	2422/24	2076/52	903/17	634/31	$M_{9,6}\frac{Cl_{54}HCO_3^-{}_{24}SO_4^{--}{}_{22}}{(Na+K)_{52}Ca_{31}Mg_{17}}$
87	В 12 км на север от с. Урожайного	50	"	185/−0,4	1,94/2,9	0,67	1400	17,21	46/6	674/61	392/33	80/13	219/55	78/32	$M_{1,4}\frac{SO_4^{--}{}_{61}HCO_3^-{}_{33}Cl_6}{Mg_{55}Ca_{32}(Na+K)_{13}}$

109	В 38 км на СЗ от пос. Приозерного	28	Известняки с прослоями песков	71,5 / −22	1,65 / 0,65	2,55	1 438	6,99	385 / 45	416 / 37	268 / 18	379 / 71	24 / 8	100 / 21	$M_{1,4}\frac{Cl_{45}SO^4_{37}HCO^3_{16}}{(Na+K)_{71}Ca_{21}Mg_8}$
114	Совхоз «Красный Маныч»	44	Пески	85 / −30	1,5 / 1,2	1,25	14 860	88	5735 / 65	3855 / 32	476 / 3	3721 / 67	504 / 17	760 / 16	$M_{14,9}\frac{Cl_{65}SO^4_{32}HCO^3_3}{(Na+K)_{67}Mg_{17}Ca_{16}}$
116	Совхоз «Черноземельский»	−10	Пересланивание песчаника с глинами и песками	152,4 / +8,7	1,7 / 7,7	0,22	3 100	1,75	708 / 42	66 / 3	1623 / 55	1081 / 96	3 / 1	30 / 3	$M_{3,1}\frac{HCO^3_{55}Cl_{42}SO^4_3}{(Na+K)_{96}Ca_3Mg_1}$
121	В 11,5 км на СВ от пос. Красный Камышаник	−11	Глина с прослоями песка	188 / +10,6	0,17 / 40,1	0,004	10 894	10,14	6383 / 96	39 / —	442 / 4	4086 / 96	67 / 1	98 / 3	$M_{10,9}\frac{Cl_{95}HCO^3_4}{(Na+K)_{96}Ca_3Mg_1}$
Кабардино-Балкарская АССР															
126	На территории 9-го отд. Приманчанского зерносовхоза	220	Глина с прослоями песка	275 / −27	4,15 / 27	0,15	340	5,2	17 / 7	—	397 / 93	39 / 24	23 / 28	67 / 48	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{93}Cl_7}{Ca_{48}Mg_{28}(Na+K)_{24}}$
Чечено-Ингушская АССР															
129	Село Самагино	229,5	Гравий, песок	132 / −9,6	6,6 / 7,4	0,9	383	5,89	12 / 5	51 / 13	392 / 82	21 / 13	28 / 34	72 / 53	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{82}SO^4_{13}Cl_5}{Ca_{53}Mg_{34}(Na+K)_{13}}$
131	В 6 км на ЮВ от с. Камышова	59,8	Пески и песчаники	624 / −11	6,02 / 10	0,6	436	2,7	34 / 11	77 / 21	318 / 68	116 / 66	7 / 7	43 / 27	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{68}SO^4_{21}Cl_{11}}{(Na+K)_{53}Ca_{27}Mg_7}$
133	В 2 км к западу от ст-цы Ищерской	104	Пески с прослоями глин и песчаников	382 / −3,8	4,49 / —		394	7,3	46 / 33	125 / 48	100 / 29	70 / 53	16 / 22	28 / 25	$M_{0,3}\frac{SO^4_{46}HCO^3_{29}Cl_{25}}{(Na+K)_{53}Ca_{25}Mg_{22}}$

Номер водопункта на карте	Местоположение скважины	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водоносящих пород	Глубина появления воды (числитель), уровень (знаменатель), м	Дебит скважины, л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель—в мг/л, знаменатель—в %-экв)						Формула Курлова
									$Cl^{'}$	$SO_4^{''}$	$HCO_3^{'}$	$Na^{'}+K^{'}$	$Mg^{''}$	$Ca^{''}$	
Дагестанская АССР															
134	Село Карапайаул	140	Галечник	5,5 / −0,2	1,2 / 0,4	3	1 800	14,48	117 / 12	997 / 70	311 / 18	332 / 50	80 / 23	158 / 27	$M_{1,8}\frac{SO^4_{70}HCO^3_{18}Cl_{12}}{(Na+K)_{60}Ca_{27}Mg_{23}}$
135	Село Аксай	+3	»	471 / −9	1,25 / 8	0,15	1 500	25,2	37 / 5	869 / 81	168 / 14	303 / 59	44 / 16	113 / 25	$M_{1,5}\frac{SO^4_{81}HCO^3_{14}Cl_5}{(Na+K)_{66}Ca_{28}Mg_{16}}$
146	В 9 км к ССВ от пос. Бажиган	12	Пески	230 / +15	4 / 14,75	0,27	550	4,19	16 / 4	6 / 1	600 / 95	155 / 61	42 / 32	15 / 7	$M_{0,6}\frac{HCO^3_{95}Cl_4SO^4_1}{(Na+K)_{61}Mg_{32}Ca_7}$
148	В 8,5 км к СВ от ж.-д. разъезда № 14 Кизлярской ветки	−23	»	323 / +4,5	0,5 / —	—	1 350	1,64	858 / 66	40 / 2	726 / 32	2 / 11	4 / 37	26 / 52	$M_{1,3}\frac{Cl_{66}HCO^3_{32}SO^4_2}{Ca_{52}Mg_{37}(Na+K)_{11}}$
151	В 7 км на СВ от пос. Бакрес	+15	»	245 / +1,7	6,0 / 9,7	0,61	924	1,36	116 / 19	11 / 1	830 / 80	360 / 92	9 / 4	13 / 4	$M_{0,9}\frac{HCO^3_{80}Cl_{19}SO^4_1}{(Na+K)_{92}Mg_4Ca_4}$
Калмыцкая АССР															
154	Черные земли, в 12 км на ЗСЗ от ж.-д. ст. Артезиан	−15	»	243 / −6,5	6 / 5,5	1,09	3 900	5,5	2057 / 86	29 / 1	537 / 13	1425 / 92	37 / 4	50 / 4	$M_{0,9}\frac{Cl_{86}HCO^3_{13}SO^4_1}{(Na+K)_{92}Mg_4Ca_4}$

Водоносный комплекс акчагыльского яруса (N_2^3ak). Отложения акчагыла выходят на поверхность в виде узкой и прерывистой полосы в предгорьях Северного Кавказа, на Терском и Сунженском хребтах, где они представлены конгломератами, галечниками, песчаниками, песками и глинами.

В предгорной части наблюдаются выходы родников, приуроченных к этому водоносному комплексу с водами гидрокарбонатно-кальциевого состава и минерализацией до 0,5 *г/л*. Дебиты их колеблются от 0,2 до 1,5 *л/сек*.

Суммарный дебит родников, выходящих на склонах Мало-Кабардинского хребта, достигает 14 *л/сек*, а на склонах Сунженского хребта обычно не превышает 0,2 *л/сек*. Колодцами на той же территории вскрываются грунтовые воды, приуроченные к базальным конгломератам. Расходы их не превышают в среднем 0,2 *л/сек*. Воды имеют минерализацию 0,6—1,2 *г/л*; по химическому составу они относятся к гидрокарбонатно-кальциевым, сульфатно-кальциевым и сульфатно-натриевым.

В горной части Дагестанской АССР родники, выходящие из отложений акчагыла, имеют дебиты от 0,01 до 20 *л/сек*, причем дебиты подавляющего большинства из них превышают 1 *л/сек*. Суммарный дебит всех родников составляет около 30 *л/сек*. Воды отличаются пестрой минерализацией (2—10 *г/л*), но наибольшее количество родников имеет пресную воду (до 1 *г/л*). По химическому составу они относятся к гидрокарбонатно-кальциевым, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевым и хлоридно-натриевым.

Питание акчагыльского водоносного комплекса осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и грунтовых вод делювия. Грунтовые воды служат источниками водоснабжения населенных пунктов.

Напорные воды акчагыльского водоносного комплекса на территории Терско-Кумского артезианского бассейна наиболее хорошо изучены в долине р. Кумы и ее притоков, а также в западной его части. Глубины залегания их в долине р. Кумы 80—250 *м*, в восточном направлении доходят до 400 *м* и в юго-восточной части бассейна достигают максимума — 700—800 *м*. Водовмещающими породами служат песчаники, известняки и пески мощностью от 1 до 25 *м*. Водообильность их сравнительно высокая — дебиты скважин при самоизливе на устье 2—7 *л/сек*, удельные дебиты 0,3—1,5 *л/сек*. Пьезометрические уровни вод в скважинах, пробуренных в долинах рек Кумы, Тумузловки и Мокрой Буйволы, устанавливались на 1—7 *м* выше и на 1—20 *м* ниже их устьев. Минерализация вод 0,5—5 *г/л*, причем минерализованные воды (3—5 *г/л*) развиты в западной части бассейна (с. Сотниковское—Давсун). В восточном направлении, к долине р. Кумы, минерализация уменьшается до 1 *г/л* и в самой долине не превышает 0,6 *г/л*. В восточной, юго-восточной и в северной частях бассейна она возрастает до 5—10 *г/л*.

Основное питание водоносного комплекса отложений акчагыла происходит в юго-западной части бассейна, где из песчано-галечниковой толщи древнечетвертичных отложений поступают пресные гидрокарбонатно-кальциевые воды. Частично осуществляется питание его также со стороны Ставропольского поднятия, откуда поступают высокоминерализованные воды сульфатно-хлоридно-натриевого и хлоридно-сульфатно-натриевого состава. Движение вод происходит с юго-запада (от области питания) на северо-восток и восток — к Каспийскому морю. Разгрузка водоносного комплекса осуществляется многочислен-

ными самоизливающимися буровыми скважинами, а также через вышележащие горизонты апшеронского и бакинского ярусов. Последние гидравлически связаны с акчагыльским водоносным комплексом и представляют единую водонапорную систему, о чем свидетельствуют близкие отметки пьезометрических уровней, и аналогичный химический состав. Воды отложений акчагыльского яруса используются для водоснабжения населенных пунктов.

В Дагестанском артезианском бассейне напорные воды акчагыла изучены довольно слабо. В юго-восточной части бассейна водоносными являются песчаники, известняки и конгломераты. Водоносный горизонт, приуроченный к толще конгломератов, имеет широкое площадное распространение в пределах Экендиль-Аджиноурского поднятия, где залегает на глубине 20—40 *м*. На северо-восточном и юго-западном крыльях поднятия он погружается на глубины до 160—200 *м*. На юго-западе мощность горизонта составляет 30 *м*, а в северо-восточном направлении постепенно уменьшается и в долине р. Чирах-Чая описываемые отложения окончательно выклиниваются (рис. 10).

К песчано-известняковой толще акчагыла приурочен водоносный горизонт, имеющий широкое распространение на Марагинском плато. Многочисленные эрозионные уступы, окаймляющие плато почти со всех сторон, являются участками, где водоносный горизонт дренируется.

Воды отложений акчагыльского яруса в Дагестанской АССР широко используются для целей водоснабжения (табл. 12).

Водоносные комплексы среднего плиоцена (N_2^2)

Отложения среднего плиоцена развиты только в Азово-Кубанском артезианском бассейне (на территории Краснодарского края) и на Таманском полуострове. К ним относятся куяльницкий, киммерийский ярусы и нерасчлененная надпонтическая свита, к которым приурочены напорные воды.

Водоносный комплекс отложений куяльницкого яруса (N_2^2kl). Куяльницкие отложения в системе малых артезианских бассейнов Таманского полуострова, в западной и центральной частях Азово-Кубанского артезианского бассейна представлены морской и континентальной фациями.

На территории Таманского полуострова водовмещающими породами куяльницкого яруса являются пески средне- и мелкозернистые, иногда глинистые, с прослоями песчаников, чередующиеся с прослоями глин. Мощность отдельных водоносных горизонтов составляет 4—25 *м*, а общая мощность водоносного комплекса 15—200 *м*. Воды вскрыты скважинами и колодцами на глубинах от 2 до 170 *м*. Максимальные напоры характерны для центральных частей синклиналей и в зависимости от глубин бассейнов они изменяются в пределах от 20 до 200 *м*. Пьезометрические уровни в скважинах устанавливаются от 8 до 30 *м* ниже устьев, соответствуя абсолютным отметкам 1—23 *м*. Дебиты скважин колеблются от 0,17 до 4 *л/сек*, удельные дебиты — от 0,01 до 0,2 *л/сек*. Коэффициенты фильтрации водовмещающих пород, по данным опытных откачек, изменяются от 0,16 до 15 *л/сутки*. Минерализация вод 0,2—9 *г/л* и более. По химическому составу они относятся к гидрокарбонатно-кальциевым, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевым, сульфатно-хлоридно-натриевым, хлоридно-сульфатно-натриевым и хлоридно-натриевым. Менее минерализованные воды, как правило, имеют распространение на крыльях синклинальных складок, а в осе-

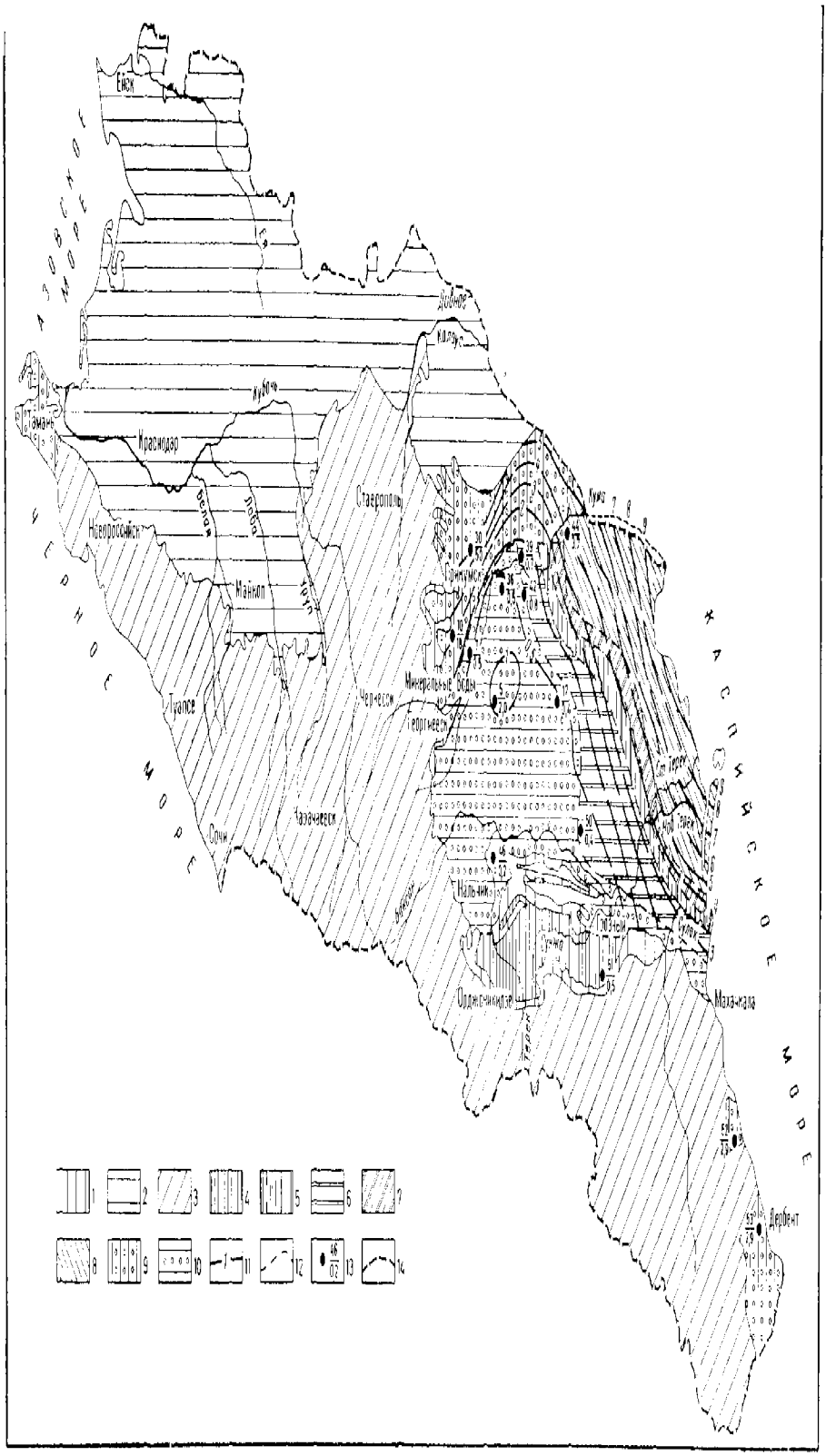


Рис. 10. Схематическая гидрохимическая карта водоносного комплекса отложений акчагыльского яруса (Составил Н. С. Погорельский)

1 – область поверхностного распространения отложений акчагыльского яруса; *2* – область размыва акчагыльских отложений; *3* – область развития более древних отложений

Химический состав вод. *4* – гидрокарбонатно-кальциевый; *5* – гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый; *6* – гидрокарбонатно-натриевый; *7* – хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый; *8* – хлоридно-натриевый; *9* – воды пестрые по составу; *10* – воды гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые; *11* – изолинии минерализации, *г/л*; *12* – границы гидрохимических зон.

Прочие обозначения. *13* – числитель – номер скважины, знаменатель – минерализация, *г/л*; *14* – граница территории Северного Кавказа

Таблица 12

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений акчагыла (N_2^2ak) в области погружения

Номер подпункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водоносящих пород	Глубина появления воды (числитель), установившийся уровень воды (знаменатель), м	Дебит скважины, л/сек (числитель), понижение уровня (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель – в мг/л, знаменатель – в %-экв)						Формула Курлова
									Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	$Na+K$	Mg	Ca^{2+}	
	Ставропольский край														
1	Хутор Константиновский	250	Песок мелкозернистый	150 / 37,65	0,47 / 2,05	0,23	1109	10,76	148 / 24	352 / 42	359 / 34	166 / 38	61 / 29	116 / 33	$M_{0,9}\frac{SO^4_{42}HCO^3_{34}Cl_{24}}{(Na+K)_{29}Ca_{33}Mg_{29}}$
42	В 3 км к ЮЗ от с Левокумского	65	То же	269 / –12	7 / 11,2	0,6	670	3,4	83 / 19	41 / 7	368 / 74	195 / 68	22 / 14	45 / 18	$M_{0,7}\frac{HCO^3_{74}Cl_{19}SO^4_7}{(Na+K)_{68}Ca_{18}Mg_{14}}$
	Кабардино-Балкарская АССР														
46	В 9 км к ВСВ от с Ново-Балкарского, хут Майский	197,3	Пески разнозернистые	97,8 / –10,7	11,1 / 10,8	1,03	250	3,8	14 / 7	44 / 21	195 / 72	14 / 14	13 / 25	54 / 61	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{72}SO^4_{21}Cl_7}{Ca_{61}Mg_{28}(Na+K)_{14}}$
	Чечено-Ингушская АССР														
50	В 10 км к ЮВ от хут Мапорского	70	Пески	651 / –0,5	4,4 / 5,5	0,8	400	1	35 / 15	102 / 33	207 / 52	128 / 85	2 / 3	15 / 12	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{52}SO^4_{33}Cl_{15}}{(Na+K)_{85}Ca_{12}Mg_3}$
51	В центре с Междуречье	212	Песчаники	532 / –27	0,9 / –	–	530	5,8	20 / 6	83 / 20	390 / 74	65 / 33	23 / 21	142 / 46	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{74}SO^4_{20}Cl_6}{Ca_{46}(Na+K)_{33}Mg_{21}}$

17	Сел. Аликуи	85,3	„	649 / +4	0,64 / 1,9	0,35	394	2,8	34 / 15	134 / 42	170 / 43	84 / 56	19 / 25	25 / 19	$M_{0,4}$	$\frac{HCO^3_{42}SO^4_{42}Cl_{16}}{(Na+K)_{55}Mg_{25}Ca_{19}}$
30	Совхоз «Большевистская Искра»	108,75	Пески	126 / +2,8	2 / 2,4	0,8	5002	41	2086 / 70	1044 / 26	229 / 4	977 / 50	265 / 26	401 / 24	$M_{5,0}$	$\frac{Cl_{75}SO^4_{26}HCO^3_4}{(Na+K)_{50}Mg_{25}Ca_{24}}$
36	В 9,5 км на ЮЮВ от сел. Прасковея	208,8	„	301,6 / −118	1 / 9	0,11	515	2,87	29 / 9	60 / 15	399 / 76	132 / 67	25 / 15	20 / 18	$M_{0,5}$	$\frac{HCO^3_{73}SO^4_{15}Cl_9}{(Na+K)_{57}Ca_{18}Mg_{15}}$

Дагестанская АССР

52	В 2,5 км южнее ст. Инчхе	35,8	Песчаники	128 / −3,6	0,12 / 3	0,4	2995	403	609 / 35	1376 / 58	210 / 7	546 / 48	155 / 26	248 / 26	$M_{3,0}$	$\frac{SO^4_{56}Cl_{35}HCO^3_7}{(Na+K)_{49}Mg_{25}Ca_{26}}$
53	Сел. Гемендж	33,9	„	182 / −7,5	3,6 / 5,8	0,6	3220	208	609 / 34	1164 / 48	525 / 18	875 / 73	101 / 16	108 / 11	$M_{3,2}$	$\frac{SO^4_{46}Cl_{34}HCO^3_{13}}{(Na+K)_{73}Mg_{15}Ca_{11}}$

вых частях их развиты воды с повышенной и высокой минерализацией.

Питание водоносного комплекса происходит за счет атмосферных осадков и грунтовых вод четвертичных отложений. На погруженных участках возможен также подток напорных вод из нижележащих отложений киммерийского яруса. Разгрузка рассматриваемого водоносного комплекса очень слабая, чем и вызвана повышенная минерализация вод. Режим грунтовых вод, развитых на крыльях складок, зависит от количества выпадающих атмосферных осадков. Режим же напорных вод, залегающих на глубине, является более или менее стабильным, хотя пьезометрические уровни и имеют некоторые колебания в течение года. Грунтовые и напорные воды слабой и повышенной минерализации (0,2—3 *г/л*) используются населением для питьевых целей, а более минерализованные (3—9 *г/л*) — для хозяйственных нужд и водопоя скота.

На площади южной части Азово-Кубанского артезианского бассейна в разрезе куяльницкого яруса преобладают глины. В западной и приосевой частях бассейна в составе его выделены три горизонта: верхний (песчаный), средний (глинистый) и нижний (песчаный). Нижний горизонт имеет большую мощность (до 100 *м*) и прослеживается на большей части Западно-Кубанского прогиба. В районе Краснодара отложения куяльницкого яруса представлены в основном песчано-глинистыми образованиями, причем в разрезе насчитывается до 5—6 водоносных песчаных пластов мощностью от 5 до 35 *м*.

Воды отложений куяльницкого яруса повсеместно носят напорный характер. Верхним водоупором рассматриваемого водоносного комплекса служат глины краснодарских слоев, нижним — глины киммерийского яруса.

Воды вскрыты скважинами на глубинах от 40 до 350 *м*. Пьезометрические уровни устанавливаются обычно на 1—18 *м* ниже устьев скважин и только в прибрежной полосе Азовского моря они поднимаются на 5—8 *м* выше их устьев. Дебиты скважин колеблются от 0,1 до 7 *л/сек*, удельные дебиты — от 0,01 до 0,5 *л/сек*. Воды преимущественно пресные (0,3—1 *г/л*) пестрого химического состава, иногда с небольшим содержанием сероводорода.

Питание куяльницкого водоносного комплекса осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также подземных вод краснодарских слоев и древнеаллювиальных образований. Разгрузка его происходит частично в вышележащие водоносные горизонты и посредством эксплуатации буровых скважин. Воды отложений куяльницкого яруса широко используются для водоснабжения населенных пунктов (табл. 13).

Водоносный комплекс отложений киммерийского яруса (N_2^2km). Отложения киммерийского яруса получили сравнительно широкое развитие на территории Азово-Кубанского артезианского бассейна и на Таманском полуострове. В западной части Западно-Кубанского прогиба нижняя часть их представлена глинами с прослоями железистых ракушечников и линзами бурого железняка (рудные слои), а верхняя — песчаниками (надрудные слои). Восточная граница распространения толщи песков находится примерно на долготе г. Усть-Лабинска. В Восточно-Кубанском прогибе киммерийские пески морского происхождения замещаются континентальными пестроцветными песчано-глинистыми отложениями, мощность которых постепенно убывает в северном направлении.

На Таманском полуострове воды приурочены к вышеописанной песчанистой части киммерийского яруса, где развиты несколько водо-

Таблица 13

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений куяльницкого яруса (N_2^2k) в области погружения

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина пьезометрического уровня (числитель) и уровень воды (знаменатель), м	Дебит скважины, л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в %-экв)						Формула Курлова
									Cl^-	SO_4^{--}	HCO_3^-	$Na^+ + K^+$	Mg^{++}	Ca^{++}	
	Краснодарский край														
1	Город Крымск, восточная окраина	30	Пески	181 / −7	6,4 / 47	0,13	435	6,99	18 / 6	8 / 2	451 / 92	25 / 14	14 / 14	117 / 72	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{92}Cl_5SO^4_2}{Ca_{72}(Na+K)_{14}Mg_{14}}$
2	Станица Абинская, в 1 км к СВ от ж.-д. ст. Абинская	27	„	52 / 18	5 / 15	0,4	400	5,43	24 / 10	25 / 9	329 / 81	29 / 19	6 / 8	98 / 73	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{81}Cl_{15}SO^4_4}{Ca_{75}(Na+K)_{19}Mg_8}$
4	Рабочий пос. Яблуновский	21	„	102 / 14,5	2,03 / 20	0,45	401	1	52 / 21	57 / 18	256 / 61	133 / 33	6 / 8	10 / 9	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{51}Cl_{21}SO^4_{18}}{(Na+K)_{58}Ca_9Mg_8}$
7	На северном крыле Ахтанизовской антиклинали	11	„	44 / 15	0,1 / 37	0,002	1430	14,4	333 / 39	463 / 40	305 / 21	221 / 40	86 / 30	146 / 30	$M_{1,4}\frac{SO^4_{40}Cl_{39}HCO^3_{21}}{(Na+K)_{42}Mg_{30}Ca_{30}}$

носных горизонтов, разделенных между собой прослоями глин. На отдельных участках они гидравлически связаны и образуют единый водоносный комплекс. В нижней глинистой части киммерийских отложений отмечены водоносные горизонты с напорными водами мощностью от 20 до 50 *м*, увеличивающейся от крыльев к осям синклиналей.

Воды киммерийских отложений вскрыты колодцами и скважинами на глубинах от 2 до 250—300 *м*. В краевых зонах антиклинальных структур они безнапорные, с глубинами залегания от 2 до 10 *м*. На участках же погружения структур и в осевых частях синклиналей воды приобретают напор. Пьезометрические уровни устанавливаются от 3 до 10 *м* ниже устьев скважин и лишь на пониженных участках рельефа вскрываются самоизливающиеся воды. Удельные дебиты скважин составляют 0,04—0,3 *л/сек*. Коэффициенты фильтрации водоносных пород изменяются от 0,15 до 8 *м/сутки*.

Воды имеют минерализацию 0,4—6 *г/л* и более; по химическому составу пресные воды (0,4—2 *г/л*) относятся к гидрокарбонатно-кальциевым и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевым, с повышенной минерализацией (1—6 *г/л*) — к сульфатно-гидрокарбонатно-натриевым и сульфатно-хлоридно-натриевым и с высокой (более 6 *г/л*) — к хлоридно-сульфатно-натриевым, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевым и хлоридно-натриевым.

Питание киммерийского водоносного комплекса осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и подземных вод вышележащего куяльницкого яруса, а также напорных вод из более глубоких горизонтов. Разгрузка водоносных горизонтов ввиду слабой расчлененности рельефа местности очень слабая, чем и объясняется повышенная и высокая общая минерализация их.

Режим водоносных горизонтов, содержащих грунтовые воды, находится в прямой зависимости от количества выпадающих атмосферных осадков. Уровни вод сильно понижаются в летний и зимний периоды и повышаются в весенний и осенний. При этом происходит изменение минерализации вод. Колебания уровней грунтовых вод в областях питания отражаются и на положении пьезометрических уровней напорных вод, залегающих на значительных глубинах в осевых частях синклиналей.

Пресные воды отложений киммерийского яруса используются на описываемой территории для водоснабжения, а воды с повышенной минерализацией (1—3 *г/л*) и частично соленые (до 9 *г/л*) — для хозяйственных нужд и водопоя скота.

На территории Азово-Кубанского артезианского бассейна воды отложений киммерийского яруса вскрыты большим количеством скважин на глубинах от 40 до 100 *м* в южной и северной и до 300—400 *м* — в центральной частях его. Максимальная глубина их залегания (до 600 *м*) наблюдается в западной части Западно-Кубанского прогиба. Воды напорные, с пьезометрическими уровнями до 20 *м* ниже и до 35 *м* выше устьев скважин. Скважины с несамоизливающимися водами расположены в южной и восточной частях бассейна, с самоизливающимися — в западной и центральной. Движение потока происходит с юго-востока на запад и северо-запад — к Азовскому морю.

Водоносный комплекс довольно водообильный — дебиты скважин 1—30 *л/сек*, удельные дебиты 0,1—4 *л/сек* (преобладают удельные дебиты 0,4—0,5 *л/сек*). Наименьшая водообильность его наблюдается в северной, наибольшая — в южной и центральной частях бассейна, что находится в прямой зависимости от мощности прослоев водонос-

ных песков. Преимущественное распространение получили пресные воды (0,3—0,8 *г/л*); воды с сухим остатком (более 1 *г/л*) встречаются реже В южной части бассейна развиты воды гидрокарбонатно-кальциевого, гидрокарбонатно-кальциево-натриевого состава; в центральной — гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые и гидрокарбонатно-натриевые бессульфатные, слабосероводородные; в северной и западной — гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые и хлоридно-натриевые (рис. 11).

Питание водоносного комплекса осуществляется за счет атмосферных осадков, инфильтрующихся в южной части бассейна, в области поверхностного распространения пород, а также за счет напорных вод куяльницкого и понтического ярусов на участках, где отсутствуют водоупорные горизонты, разобщающие их.

Разгрузка вод происходит как через вышележащие горизонты, а также, по-видимому, в Азовское море, о чем свидетельствуют абсолютные отметки пьезометрических уровней.

Воды описываемого водоносного комплекса широко используются для водоснабжения посредством эксплуатации скважин (табл 14)

Водоносный комплекс отложений надпонтической свиты (N_2^2пр). Надпонтическая свита сложена песчано-глинистыми образованиями общей мощностью от 45 до 250 *м* и распространена в западной и частично в центральной частях территории Азово-Кубанского артезианского бассейна. Водовмещающими породами служат прослои мелко- и среднезернистых песков мощностью 1—30 *м*, которые образуют несколько напорных водоносных горизонтов, залегающих на глубинах от 70 до 160 *м*, причем глубины залегания их возрастают в западном направлении.

Верхним водоупором * служат глины армавирской свиты и танаисских слоев, нижним — глины понтического яруса.

Пьезометрические уровни вод обычно устанавливаются на 10—70 *м* ниже устьев скважин и только в долинах рек скважинами вскрываются самоизливающиеся воды, пьезометрические уровни которых поднимаются на 0,5—6 *м* выше их устьев Дебиты скважин колеблются от 2 до 15 *л/сек*

Минерализация вод изменяется от 0,5 до 3 *г/л*. Пресные воды (0,5—1 *г/л*) вскрываются скважинами в центральной части бассейна. В западной части бассейна, прилегающей к Ставропольской возвышенности, развиты слабосолоноватые воды, минерализация которых увеличивается в восточном направлении от 1 до 3 *г/л*. По химическому составу они довольно пестрые с преобладанием ионов хлора и сульфатов.

Пьезометрические уровни вод отложений надпонта понижаются в направлении с востока на запад (в сторону Азовского моря) и, следовательно, в этом же направлении происходит движение потока.

Питание водоносного комплекса осуществляется главным образом за счет подземных вод выше- и нижележащих различных стратиграфических водоносных комплексов и в очень малой степени — за счет атмосферных осадков. Это объясняется тем, что надпонтическая свита только в западной части бассейна залегает близко от поверхности, а на всей остальной площади она погружена на большие глубины.

Следует отметить, что со стороны Ставропольского поднятия поступают воды с минерализацией 3 *г/л* и более. Уменьшение их общей

* На отдельных участках, где образования армавирской свиты и танаисских слоев отсутствуют, верхним водоупором являются скифские глины

Таблица 14

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений киммерийского яруса (N_2^2km) в области погружения

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав вмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), уровня воды (знаменатель), м	Дебит скважины, л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель – в мг/л, знаменатель – в %-экв)						Формула Курлова
									Cl'	SO_4''	HCO_3'	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	
						Краснодарский край									
10	В 0,8 км к Юз от ст. Абинская	30	Пески	157/17	5/23	0,22	413	4,5	25/10	41/12	348/78	–/36	–/19	–/45	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{78}SO^4_{12}Cl_{10}}{Ca_{45}(Na+K)_{36}Mg_{19}}$
16	Станица Северская	80	»	234/29	3,6/16	0,2	406	1,6	26/12	39/14	281/74	104/73	5/7	24/20	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{74}SO^4_{14}Cl_{12}}{(Na+K)_{73}Ca_{20}Mg_7}$
17	Станица Смоленская	70	»	130,5/+3,5	4,1/26,5	0,15	406	6,2	18/7	31/9	397/94	32/18	13/14	103/68	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{94}SO^4_6Cl_7}{Ca_{68}(Na+K)_{18}Mg_{14}}$
32	Станица Каневская	15	»	170/+2,5	8,9/22	4,05	457	0,5	32/12	70/19	335/69	169/93	3/3	5/4	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{89}SO^4_{10}Cl_{12}}{(Na+K)_{93}Ca_4Mg_3}$
37	Станица Ново-Минская	20	»	128/+3,6	2,8/32	0,87	500	0,7	45/18	79/24	253/58	184/91	6/6	5/3	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{58}SO^4_{24}Cl_{18}}{(Na+K)_{91}Mg_6Ca_3}$
40	В 7 км к Юз от хут. Ольгинского	6	»	234/+2,5	6,6/7,5	0,9	672	0,6	71/18	7/1	537/81	254/98	4/1	6/1	$M_{0,7}\frac{HCO^3_{81}Cl_{18}SO^4_1}{(Na+K)_{98}Ca_1Mg_1}$
48	Город Славянск	4	»	102/1,5	10/29,5	0,3	574	1,9	31/15	150/33	305/52	176/78	5/5	30/17	$M_{0,6}\frac{HCO^3_{52}SO^4_{33}Cl_{15}}{(Na+K)_{78}Ca_{17}Mg_5}$
56	Город Темрюк	0,68	»	142/+0,3	3/6,8	0,44	1751	12,6	56/7	845/79	195/14	550/65	74/17	134/18	$M_{1,7}\frac{SO^4_{79}HCO^3_{14}Cl_7}{(Na+K)_{65}Ca_{18}Mg_{17}}$

60	Станица Тимошевская	15	,	245,4 / 4,2	6,61 / 30	0,22	450	0,5	32 / 11	73 / 19	335 / 70	170 / 92	2 / 3	8 / 5	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{70}SO^4_{19}Cl_{11}}{(Na+K)_{92}Ca_5Mg_3}$
84	Станица Динская	41	,	118 / 6,5	4,2 / 25,5	0,2	340	6,6	18 / 6	33 / 9	409 / 85	36 / 20	46 / 48	51 / 32	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{35}SO^4_{59}Cl_6}{Mg_{48}Ca_{32}(Na+K)_{20}}$
90	Город Приморско-Ахтарск	3	,	190 / +6	38,3 / 15,5	2,2	628	0,7	79 / 20	1 / 1	573 / 79	252 / 93	5 / 4	6 / 3	$M_{0,6}\frac{HCO^3_{79}Cl_{20}SO^4_1}{(Na+K)_{93}Mg_4Ca_3}$
102	Город Краснодар	1	,	306 / +4,5	5,5 / 3,8	1,45	600	0,49	22 / 6	58 / 12	531 / 82	235 / 97	0,3 / 1	6 / 2	$M_{0,6}\frac{HCO^3_{80}SO^4_{12}Cl_8}{(Na+K)_{97}Ca_2Mg_1}$
124	Станица Старо-Щербиновская	18	,	117 / 25	8 / 15	0,5	778	2,6	188 / 39	115 / 18	360 / 43	251 / 80	20 / 12	18 / 8	$M_{0,8}\frac{HCO^3_{43}Cl_{39}SO^4_{18}}{(Na+K)_{80}Mg_{17}Ca_3}$
133	Хутор Кубань	17,7	,	266,2 / +3	6 / 20	0,3	480	0,6	20 / 7	103 / 28	305 / 65	164 / 91	2 / 3	9 / 6	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{55}SO^4_{36}Cl_7}{(Na+K)_{91}Ca_6Mg_3}$
141	Станица Батуринская	15	,	335 / +0,5	3,2 / 32,5	0,1	476	0,5	20 / 7	95 / 25	329 / 68	171 / 93	2 / 3	6 / 4	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{63}SO^4_{30}Cl_7}{(Na+K)_{93}Ca_4Mg_3}$
168	В 7 км к Ю3 от ст-цы Ольгинской	6	,	234 / +2,5	6,6 / 7,5	0,9	672	0,6	71 / 18	7 / 2	537 / 80	254 / 95	4 / 3	6 / 2	$M_{0,7}\frac{HCO^3_{80}Cl_{18}SO^4_2}{(Na+K)_{95}Mg_3Ca_2}$
177	Станица Ейское укрепление	25	,	76 / 26	6,9 / 4,2	1,6	256	9,8	28 / 13	69 / 24	238 / 63	127 / 91	2 / 3	8 / 6	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{65}SO^4_{24}Cl_{13}}{(Na+K)_{91}Ca_5Mg_3}$
178	Станица Новощербиновская	20	,	105,8 / 18,1	2,1 / 13,5	0,1	667	2,3	13 / 40	70 / 12	354 / 48	218 / 79	12 / 8	27 / 13	$M_{0,7}\frac{HCO^3_{48}Cl_{40}SO^4_{12}}{(Na+K)_{79}Ca_{13}Mg_8}$
189	Город Ейск, курорт Ханское	5	,	165 / −5,5	10 / 17	0,6	574	1,3	52 / 16	78 / 18	381 / 66	185 / 86	4 / 3	19 / 11	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{66}SO^4_{18}Cl_{16}}{(Na+K)_{86}Ca_{11}Mg_3}$

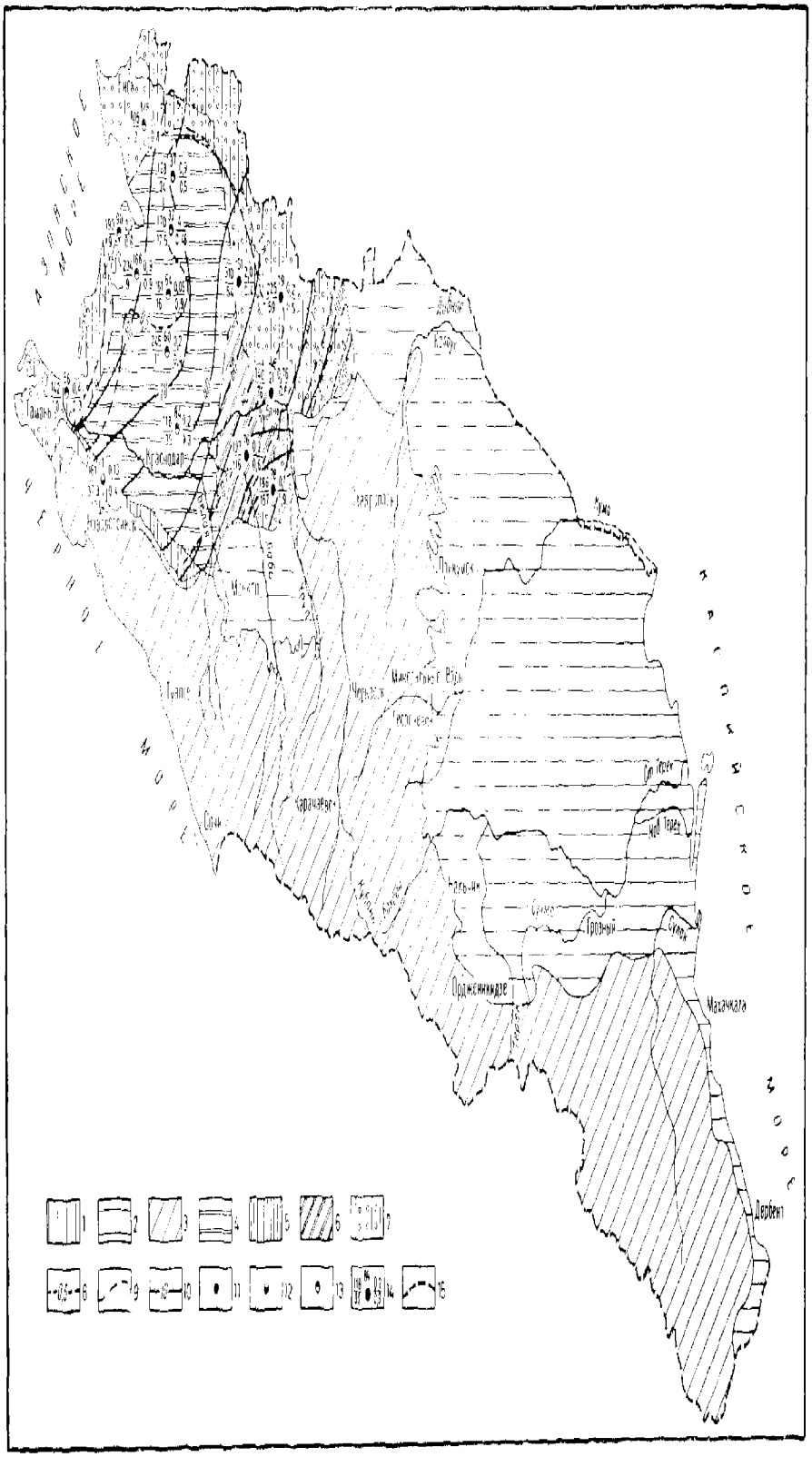


Рис. 11. Схематическая карта пьезоизогипс и химического состава вод отложений среднего плиоцена (Составил Н. С. Погорельский)

1 — область поверхностного распространения отложений среднего плиоцена; 2 — область размыва отложений среднего плиоцена; 3 — область развития более древних отложений

Химический состав вод: 4 — воды гидрокарбонатно-натриевого состава; 5 — то же гидрокарбонатно-кальциевого состава; 6 — то же сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-натриевого состава; 7 — воды пестрые по составу; 8 — изолинии минерализации, г/л, 9 — границы гидрохимических зон.

Прочие обозначения: 10 — пьезоизогипсы, абс. отм.; 11 — скважины, вскрывшие воды надпортической толщи, 12 — то же куяльника; 13 — то же киммерия; 14 — вверху — номер скважины; слева: числитель — отметка кровли водоносного горизонта, м; знаменатель — абс. отметка пьезометрического уровня, м; справа числитель — удельный дебит, л/сек, знаменатель — минерализация, г/л; 15 — граница территории Северного Кавказа

минерализации происходит в западном направлении от 3 до 0,4 *г/л*. Это свидетельствует о возрастающем поступлении пресных вод в отложения надпонтической свиты из водоносных горизонтов куяльницкого и киммерийского ярусов. На отдельных участках они представляют вместе с надпонтической свитой единый водоносный комплекс.

Разгрузка вод надпонтической свиты осуществляется в вышележащие водоносные горизонты и через эксплуатируемые буровые скважины. Пресные воды (до 1 *г/л*) рассматриваемого водоносного комплекса используются для питьевых целей, а с повышенной минерализацией (1—3 *г/л*) — для хозяйственных нужд (табл. 15).

Водоносный комплекс отложений понтического яруса (N_2^1p)

Отложения понтического яруса выходят на поверхность в виде узких прерывистых полос в предгорной части Северного Кавказа и на северном склоне Ставропольского поднятия, где они сложены глинами, песками, песчаниками и известняками-ракушечниками общей мощностью от 60 до 400 *м*. К районам поверхностного распространения отложений понта приурочены родники с дебитом от 0,1 до 5 *л/сек* и минерализацией воды до 0,5 *г/л*. Грунтовые воды вскрываются также колодцами на глубинах 2—10 *м*, дебит которых не превышает 0,1 *л/сек*, а минерализация вод составляет 0,5—3 *г/л*. По химическому составу они обычно гидрокарбонатно-кальциевые, сульфатно-хлоридно-натриевые и хлоридно-натриевые. Пресные воды родников используются населением для питьевых целей, а с повышенной минерализацией — для хозяйственных нужд и водопоя скота. Напорные воды отложений понта широко развиты в пределах Азово-Кубанского артезианского бассейна, где используются для водоснабжения многих населенных пунктов. На территории Ставропольского поднятия напорные воды понтических отложений имеют ограниченное площадное распространение. Минерализация их более 3 *г/л* (рис. 12).

В понтических отложениях скважинами вскрываются несколько напорных водоносных горизонтов, приуроченных преимущественно к прослоям песков различной мощности, заключенных среди плотных глин. Невыдержанность песчаных и глинистых слоев по мощности и по простиранию создает условия для установления гидравлической связи водоносных горизонтов, которые на значительных площадях представляют собой единый водоносный комплекс.

Воды понта вскрываются на глубине 80—150 *м* в южной и северной частях Азово-Кубанского бассейна, на 300—800 *м* в центральной части его и до 1500 *м* в пределах Западно-Кубанского прогиба. Пьезометрические уровни вод устанавливаются на 6—8 *м* ниже и от 2 до 30 *м* выше устьев скважин. Наиболее высокие напоры отмечены в центральной и западной частях бассейна. Дебиты скважин колеблются от 2 до 30 *л/сек*, удельные дебиты составляют 0,1—2,5 *л/сек*, причем преобладающее количество скважин имеют удельные дебиты 0,4—0,5 *л/сек*. Движение вод происходит в направлении с юго-востока на северо-запад и запад.

На большей части площади Азово-Кубанского артезианского бассейна развиты преимущественно воды с минерализацией 0,3—0,7 *г/л*. Исключение составляют северная, восточная и западная окраины его, где воды имеют повышенную (1,5—3 *г/л*) и даже высокую (5—30 *г/л*) минерализацию. Воды с повышенной минерализацией развиты в восточной части бассейна, прилегающей к западным склонам Ставропольского поднятия (Егорлыкский артезианский бассейн), причем наи-

Таблица 15

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений надпонтической свиты в области погружения (N_2^2np)

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, *м*	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), установившийся уровень воды (знаменатель), *м*	Дебит скважины, *л/сек* (числитель), понижение, *м* (знаменатель)	Удельный дебит, *л/сек*	Сухой остаток, *мг/л*	Жесткость общая *мг-экв/л*	Содержание ионов (числитель—в *мг/л*, знаменатель—в %-экв)						Формула Курлова
									Cl'	SO_4''	HCO_3'	$Na+K'$	$Mg^{\cdot}$	$Ca^{\cdot}$	
						Краснодарский край									
21	Станица Кавказская	70	Пески	140/+6	23/30	0,76	815	9,1	280/55	193/28	159/17	124/37	67/38	72/25	$M_{0,8}\frac{Cl_{55}SO^4_{28}HCO^3_{17}}{Mg_{38}(Na+K)_{37}Ca_{25}}$
26	В 2 *км* к ЮВ от ст-цы Темижбекской	110	»	88,5/19	5/27	0,2	943	11,1	179/32	379/48	195/20	117/31	78/40	93/29	$M_{0,9}\frac{SO^4_{48}Cl_{32}HCO^3_{20}}{Mg_{40}(Na+K)_{31}Ca_{29}}$
72	Станица Новопавловская	65	»	158,9/+0,6	5,5/28,6	0,19	626	2,1	109/27	126/23	313/50	201/81	13/10	21/9	$M_{0,6}\frac{HCO^3_{60}Cl_{27}SO^4_{23}}{(Na+K)_{81}Mg_{10}Ca_9}$
76	Станица Петропавловская	115,2	»	197/+1,2	2,4/11,2	0,2	625	8,6	39/10	270/53	238/37	46/19	34/26	117/55	$M_{0,6}\frac{SO^4_{53}HCO^3_{37}Cl_{10}}{Ca_{56}Mg_{28}(Na+K)_{19}}$
78	В 9,6 *км* к ЮЗ от ж.-д. ст. Кубанская	220		186/63	1,9/22	0,1	1800	20,3	179/18	971/69	226/13	199/30	86/24	260/46	$M_{1,8}\frac{SO^4_{69}Cl_{18}HCO^3_{13}}{Ca_{46}(Na+K)_{30}Mg_{24}}$
79	Станица Новопокровская	70	»	225/11	5/25	0,2	514	0,6	32/17	123/30	281/53	184/92	4/4	7/4	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{53}SO^4_{30}Cl_{17}}{(Na+K)_{92}Mg_4Ca_4}$
112	Станица Троицкая	8	»	101/2	8,3/22	0,4	500	3,4	37/12	89/22	342/66	117/60	16/15	42/25	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{66}SO^4_{22}Cl_{12}}{(Na+K)_{60}Ca_{25}Mg_{15}}$
157	Станица Ново-Ивановская	110	»	144/+6	6,9/10	0,7	640	6,5	89/24	262/50	165/26	95/39	28/22	84/39	$M_{0,6}\frac{SO^4_{50}HCO^3_{26}Cl_{24}}{(Na+K)_{39}Ca_{39}Mg_{22}}$
174	Станица Генчинская	95	»	247/32	4,94/24	0,2	310	3,1	18/9	70/26	220/65	56/44	12/18	43/38	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{65}SO^4_{26}Cl_9}{(Na+K)_{44}Ca_{33}Mg_{18}}$
187	Хутор Майкопский	85	»	145/+3	3,6/2,8	1,1	1050	12,2	356/55	277/31	159/14	143/34	77/34	118/32	$M_{1,0}\frac{Cl_{55}SO^4_{31}HCO^3_{14}}{(Na+K)_{34}Mg_{34}Ca_{32}}$

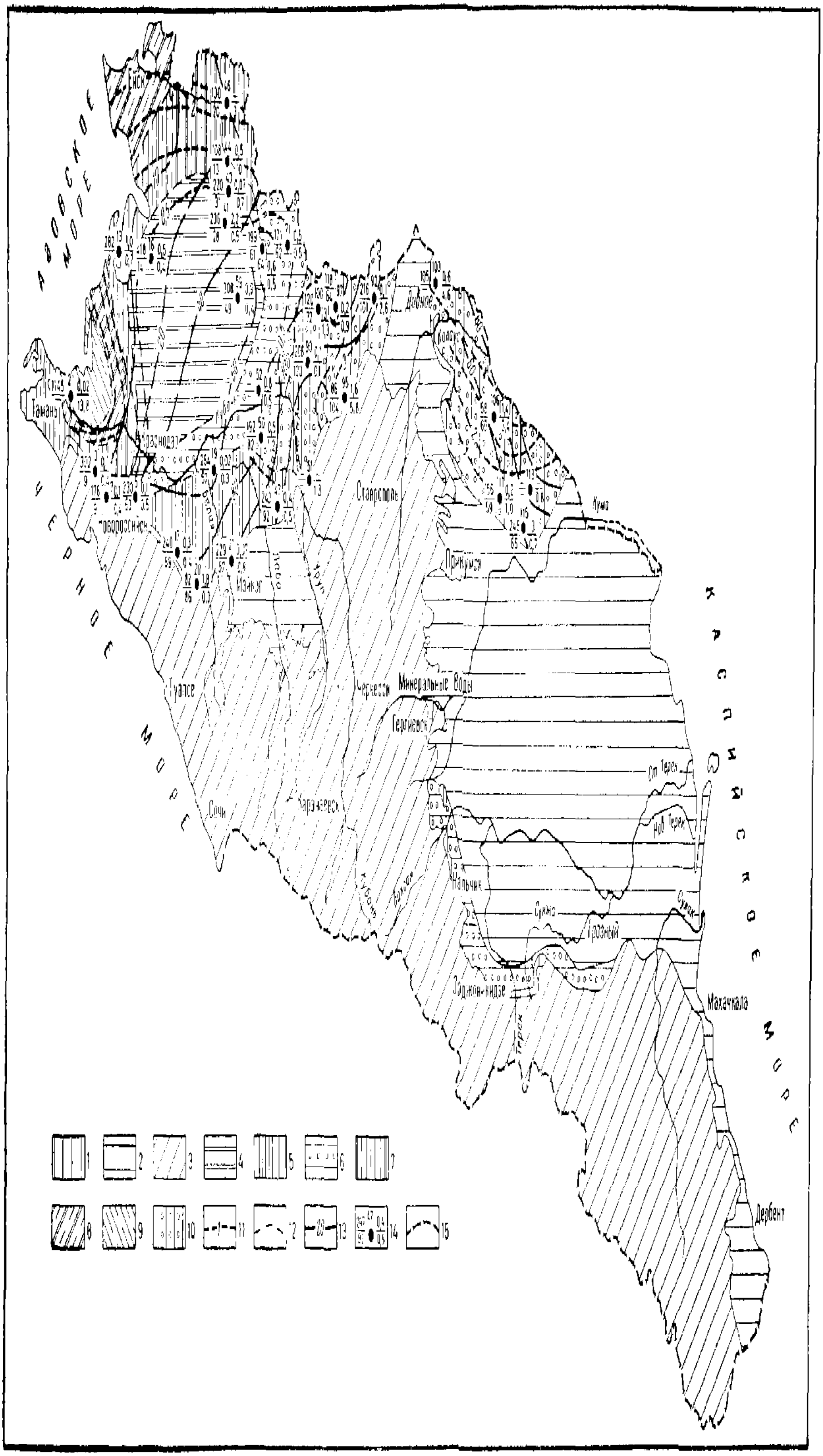


Рис. 12. Схематическая карта пьезоизогипс и химического состава вод отложений понта (Составил Н. С. Погорельский)

1 — область поверхностного распространения отложений понта; *2* — область размыва отложений понта; *3* — область развития более древних отложений

Химический состав вод *4* — гидрокарбонатно-натриевый; *5* — гидрокарбонатно-кальциевый; *6* — гидрокарбонатно-сульфатно-натриевый; *7* — гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый; *8* — хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый; *9* — хлоридно-натриевый; *10* — воды пестрые по составу; *11* — изолинии минерализации, г/л; *12* — границы гидрохимических зон

Прочие обозначения *13* — пьезоизогипсы, абс. отм.; *14* — вверху — номер скважины; слева: числитель — отметка кровли водоносного горизонта, м; знаменатель — абс. отметка пьезометрического уровня, м; справа числитель — удельный дебит (в скобках — дебит), л/сек; знаменатель — минерализация, г/л; *15* — граница территории Северного Кавказа

более минерализованные воды (до 5 *г/л*) развиты в самой краевой восточной части его, а в направлении на запад минерализация их уменьшается до 0,5 *г/л*. В северо-западной части бассейна воды имеют минерализацию 1,5—3 *г/л* с тенденцией увеличения ее в юго-западном направлении, достигающей максимума (до 30 *г/л*) в наиболее глубокой части Западно-Кубанского прогиба.

По химическому составу воды отложений понта в южной части артезианского бассейна, вблизи области питания, гидрокарбонатно-кальциевые, гидрокарбонатно-кальциево-натриевые, при погружении комплекса в северном направлении они становятся гидрокарбонатно-сульфатно-натриевыми и сульфатно-гидрокарбонатно-натриевыми; в центральной части бассейна переходят в гидрокарбонатно-натриевые, с небольшим содержанием свободного сероводорода, и в самой северной части бассейна становятся хлоридно-натриевыми Зона хлоридно-натриевых вод протягивается вдоль побережья Азовского моря В наиболее глубокой части Западно-Кубанского прогиба хлоридно-натриевые воды с очень высокой минерализацией переходят в хлоркальциевые рассолы В западной его части развиты воды пестрого состава с преобладанием ионов хлора, сульфатов и натрия, так как со стороны Ставропольской возвышенности сюда поступают воды хлоридно-сульфатно-натриевого состава, которые в процессе движения к центральной части разбавляются гидрокарбонатно-натриевыми водами Азово-Кубанского артезианского бассейна Питание водоносного комплекса отложений понта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и подземных вод отложений надпонтической свиты, киммерийского и куяльницкого ярусов, краснодарских слоев и древнеаллювиальных образований Разгрузка водоносного комплекса происходит в вышележащие горизонты и через многочисленные буровые скважины. Напорные воды в отложениях понта вскрыты скважинами на северном и северо-восточном склонах Ставропольского поднятия (в Дивненском, Ипатовском и Арзгирском районах) на глубинах от 50 до 250 *м*, которые увеличиваются в северном и северо-восточном направлениях Верхней водоупорной кровлей водоносного комплекса в северной части являются глины армавирской свиты, а в северо-восточной — глины верхнего плиоцена. Нижним водоупором на северном склоне Ставропольского поднятия служат глины сарматского яруса, в северо-восточной — глины мэотического или сарматского ярусов Водовмещающими породами являются мелкозернистые пески и реже известняки и песчаники, залегающие среди плотных глин В направлении на восток и юг от с Петропавловского понтические отложения выклиниваются и воды, приуроченные к ним, разгружаются в отложения акчагыльского яруса, непосредственно залегающие на отложениях сармата

Отложения понта в пределах Ставропольского поднятия слабоводоносные — дебиты скважин, вскрывших их, 0,1—2 и редко 6 *л/сек*, удельные дебиты — 0,09—0,4 *л/сек*, причем чаще они составляют 0,1—0,2 *л/сек*. В северной части территории минерализация вод возрастает от 1 до 5 *г/л* в направлении к Манычской впадине В северо-восточном направлении общая минерализация уменьшается до 1 *г/л*, что, вероятно, обусловлено разбавлением минерализованных вод пресными водами Терско-Кумского бассейна

Питание водоносного комплекса происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, грунтовых вод делювия и подтока напорных вод отложений сармата Разгрузка его очень слабая, особенно для северной части территории, где она осуществляется посредством экс-

плуатирующихся буровых скважин и перетока в вышележащие четвертичные отложения, а в северо-восточной части территории, на участках выклинивания понта, — в отложения акчагыльского яруса. Воды используются главным образом для хозяйственных нужд и в меньшей степени для питьевых целей.

На территории Кабардинской и Северо-Осетинской равнин водоносный комплекс отложений понта ввиду глубокого залегания не изучен, а на большей части территории Терско-Кумского артезианского бассейна он отсутствует (табл. 16).

Водоносный комплекс отложений мэотического яруса (N_1^3m)

Отложения мэотического яруса протягиваются в виде узкой полосы от Таманского полуострова до предгорий Дагестана. В горной части на абсолютных отметках от 80 до 960 *м* известны выходы родников, приуроченных к пескам, песчаникам, конгломератам, известнякам, известнякам-ракушечникам и, реже к мергелям. Дебиты родников изменяются от 0,02 до 1 *л/сек* и только двух из них достигают 1,9 и 2 *л/сек*. Воды родников мэотических отложений преимущественно пресные (0,2—0,8 *г/л*) гидрокарбонатно-кальциевые, гидрокарбонатно-кальциево-магниево-натриевые, гидрокарбонатно-натриево-кальциевые.

В Западно-Кубанском прогибе в толще глин зафиксировано семь довольно мощных песчано-алевритовых прослоев, из которых два нижних содержат воды с высокой концентрацией растворенных углеводородов (метана), а пять верхних в пределах Анастасиевско-Троицкой структуры, заключают в себе промышленные запасы нефти. В Крымском районе, у хутора Украинского, скважиной вскрыты два слоя водоносных песков. В зоне погружения мэотических отложений на значительные глубины водосодержащими породами служат пески и песчаники и реже известняки, алевролиты и мергели. Дебиты скважин, вскрывших описываемый водоносный комплекс, изменяются от 0,01 до 11 *л/сек*, а чаще составляют 0,45—5 *л/сек*. Удельный дебит, по данным пяти скважин, варьирует от 0,009 до 0,91 *л/сек** и лишь в одной скважине (в Левокумском районе Ставропольского края) достигает 3 *л/сек*. Воды напорные, в пониженных частях рельефа (в основном в пределах Азово-Кубанского артезианского бассейна) самоизливающиеся. Пьезометрические уровни устанавливаются на глубинах до 43 *м* ниже и до 3,5 *м* выше устьев скважин.

Минерализация напорных вод колеблется в широких пределах — от 0,3 до 86 *г/л*. Пресные и слабосолоноватые воды (до 3 *г/л*) развиты в южной и восточной частях Азово-Кубанского артезианского бассейна, а также в северной и южной частях Терско-Кумского артезианского бассейна. Воды с повышенной, высокой минерализацией и рассолы в тех же артезианских бассейнах приурочены к зонам замедленной циркуляции, т. е. к наиболее погруженным частям их (рис. 13)

По химическому составу пресные воды и воды с повышенной минерализацией весьма пестрые. Минерализованные воды относятся к гидрокарбонатно-хлоридно-натриевым и хлоридно-гидрокарбонатно-натриевым, а рассолы — только к хлоридно-натриевым.

Движение потока в пределах Азово-Кубанского артезианского бассейна происходит в северо-западном направлении — в сторону Азовского моря, а в Терско-Кумском артезианском бассейне — в северо-восточном — в сторону Каспийского моря.

---

* Данные по остальным скважинам о понижениях пьезометрического уровня отсутствуют.

Таблица 16

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений понтического яруса (N_2p) в области погружения

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), установившийся уровень (знаменатель), м	Дебит скважины (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в %-экв)						Формула Курлова
									Cl^-	SO_4^{--}	HCO_3^-	Na^++K^+	Mg^{++}	Ca^{++}	
	Краснодарский край														
3	Станица Киевская	10	Песок	302/−0,5	4/35	0,1	466	6,02	95/35	138/38	123/27	131/70	15/15	26/15	$M_{0,5}\frac{SO^4_{35}Cl_{35}HCO^3_{27}}{(Na+K)_{70}Mg_{16}Ca_{15}}$
7	Город Крымск	35	»	176/+0,5	3,55/15,5	0,35	381	6	37/15	20/6	311/79	12/9	14/18	97/73	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{79}Cl_{18}SO^4_3}{Ca_{73}Mg_{13}(Na+K)_9}$
25	В 4 км к СЗ от ст. Брюховецкая	15	»	366/−12	12,5/29	0,4	508	0,4	31/9	46/14	433/77	196/95	2/2	5/3	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{77}SO^4_{14}Cl_9}{(Na-K)_{98}Ca_{2}Mg_{2}}$
44	Станица Кисляковская	60	»	108/47	5,7/11,3	0,5	1052	4	340/40	155/17	450/43	306/75	31/15	30/10	$M_{1,0}\frac{HCO^3_{43}Cl_{40}SO^4_{17}}{(Na-K)_{75}Mg_{15}Ca_{10}}$
47	Станица Гнагинская	115	»	241/23	7/19	0,4	492	6	47/15	94/23	336/62	64/32	19/18	89/50	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{62}SO^4_{23}Cl_{15}}{Ca_{50}(Na+K)_{32}Mg_{18}}$
53	Город Кропоткин	80	»	404/+20	33,3/19	31,75	510	2,7	81/27	162/40	165/33	130/68	13/12	32/20	$M_{0,5}\frac{SO^4_{40}HCO^3_{33}Cl_{27}}{(Na+K)_{68}Ca_{20}Mg_{12}}$
61	Город Тихорецк, долина р. Челбас	60	»	307/0	8,33/50	0,16	429	0,7	34/14	82/24	265/62	145/89	4/4	8/7	$M_{1,4}\frac{HCO^3_{62}SO^4_{24}Cl_{14}}{(Na+K)_{89}Ca_{7}Mg_{4}}$
71	Станица Белая Глина	70	»	171/8	7,5/15	0,5	320	1,2	53/16	140/33	268/51	175/85	5/5	15/10	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{51}SO^4_{33}Cl_{16}}{(Na+K)_{85}Ca_{10}Mg_{5}}$

75	Станица Калиболотская	90	»	172,5 / 36	6,4 / 28	0,2	366	3,1	24 / 10	39 / 12	323 / 78	89 / 56	12 / 14	42 / 30	$M_{0,4}$	$\frac{HCO^3_{98}SO^4_{12}Cl_{10}}{(Na+K)_{56}Ca_{30}Mg_{14}}$
83	Станица Новолокинская	60	»	158 / 10	15,27 / 25	0,6	860	6,3	126 / 25	304 / 44	268 / 31	184 / 55	36 / 21	67 / 24	$M_{0,9}$	$\frac{SO^4_{44}HCO^3_{32}Cl_{23}}{(Na+K)_{55}Ca_{24}Mg_{21}}$
91	В 16 км к ЮЗ от ст Расшеватской	160	»	220 / 30	0,5 / 22	0,02	450	3,6	5 / 2	184 / 50	220 / 48	91 / 53	19 / 20	41 / 27	$M_{0,5}$	$\frac{SO^4_{50}HCO^3_{43}Cl_7}{(Na+K)_{52}Ca_{27}Mg_{20}}$
95	В 6 км к ЮВ от с Птичье	103	»	86 / 1	(1,3)	—	5800	53	1675 / 52	1925 / 44	562 / 4	885 / 42	365 / 33	463 / 25	$M_{5,6}$	$\frac{Cl_{82}SO^4_{44}HCO^3_4}{(Na+K)_{42}Mg_{33}Ca_{25}}$
103	В 10 км к ССЗ от с Дивное	35	»	105 / —	4,1 / 6,5	0,63	4176	3,63	1622 / 65	569 / 17	784 / 18	1536 / 95	24 / 3	33 / 2	$M_{4,2}$	$\frac{Cl_{65}HCO^3_{18}SO^4_{17}}{(Na+K)_{95}Mg_3Ca_2}$
106	Село Арзгир	76	»	58 / 16,5	1,4 / —	—	2800	45	1180 / 60	560 / 20	160 / 10	260 / 20	290 / 42	430 / 38	$M_{2,8}$	$\frac{Cl_{65}SO^4_{30}HCO^3_{20}}{Mg_{42}Ca_{38}(Na+K)_{20}}$
107	В 10,4 км к СВ от с Арзгир	50	»	22,3 / фонт	0,08 / —	—	2550	36,2	736 / 47	938 / 44	246 / 9	190 / 19	249 / 46	315 / 35	$M_{2,5}$	$\frac{Cl_{47}SO^4_{41}HCO^3_9}{Mg_{45}Ca_{36}(Na+K)_{19}}$
108	Хутор Чапаевский	45	»	131 / 24	0,5 / 32	0,01	4595	31,8	1844 / 64	1233 / 32	173 / 4	1122 / 61	314 / 19	196 / 20	$M_{4,8}$	$\frac{Cl_{61}SO^4_{32}HCO^3_7}{(Na+K)_{61}Ca_{20}Mg_{19}}$
111	Село Петропавловское	115	»	156 / 56,5	1,5 / 7	0,21	910	5,5	179 / 22	302 / 36	341 / 42	—	254 / 90	40 / 10	$M_{0,9}$	$\frac{HCO^3_{42}SO^4_{36}Cl_{22}}{Mg_{60}Ca_{40}}$

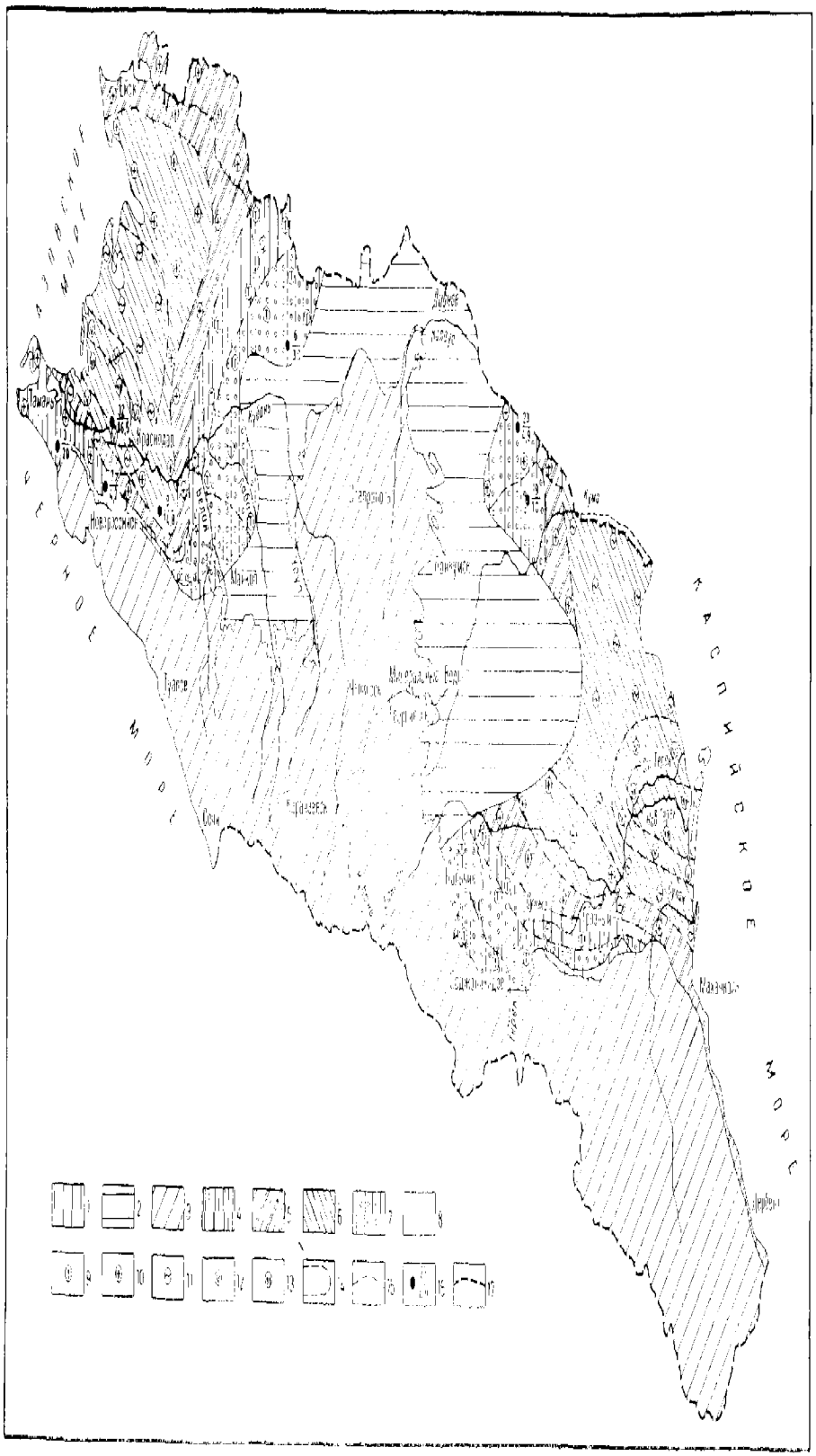


Рис. 13. Схематическая гидрохимическая карта напорных вод отложений мэотиса (Составил Н. С. Погорельский)

1 – область поверхностного распространения отложений мэотиса; 2 – область размыва отложений мэотиса; 3 – область развития более древних отложений

Ионный состав вод: 4 – гидрокарбонатно-хлористо-натриевый; 5 – хлористо-гидрокарбонатно-натриевый; 6 – хлористо-натриевый; 7 – воды пестрые по составу

Минерализация вод, г/л (знаки в кружках по предположению): 8 – до 1; 9 – от 1 до 3; 10 – от 3 до 10; 11 – от 10 до 20; 12 – от 20 до 50; 13 – более 50; 14 – границы зон с различной минерализацией; 15 – границы гидрохимических зон

Прочие обозначения: 16 – числитель – номер скважины, знаменатель – минерализация, г/л; 17 – граница территории Северного Кавказа

Пресные и слабосолоноватые воды отложений мэотического яруса (до 3 *г/л*) эксплуатируются в совхозах «Джемете» и «Овцевод» Краснодарского края, в с. Ново-Александровском, на территории колхозов «Заря Востока» и «Советский хлебороб» Ставропольского края. Часто эксплуатация рассматриваемого водоносного комплекса производится совместно с водами понтических и верхнесарматских отложений. Режим подземных вод мэотиса не изучен. Питание водоносного комплекса в основном осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков в районах выходов его на поверхность и подтока напорных вод нижележащих отложений верхнего сармата.

На большей части территории воды мэотических отложений непригодны для использования ввиду их высокой минерализации (табл. 17, 18).

Водоносные комплексы отложений сарматского яруса (N_1^3s)

Отложения сарматского яруса выходят на поверхность в виде узких полос в предгорьях Кавказа, на Передовых хребтах и на Ставропольском поднятии, где они имеют широкое развитие и в гидрогеологическом отношении являются наиболее изученными по сравнению с другими районами.

В закрытом залегании описываемый водоносный комплекс развит в Азово-Кубанском, Терско-Кумском и Дагестанском артезианских бассейнах. Глубины его залегания колеблются здесь от 100 до 300 *м* в бортовых частях бассейнов и от 1000 до 3500 *м* в зонах глубоких впадин.

На территории выходов отложений сармата на дневную поверхность к ним приурочено более 950 родников с суммарным дебитом до 1000 *л/сек*. При этом подавляющее большинство их связано с верхнесарматским подъярусом и горизонтом «с типичной фауной» (средний сармат). Дебиты родников изменяются от 0,001 до 30 *л/сек*. Родники с максимальными дебитами приурочены к верхнесарматским отложениям и к горизонту «с типичной фауной», а с минимальными — к отложениям нижнесарматского подъяруса (табл. 19).

По химическому составу воды родников весьма разнообразны, но преимущественно относятся к гидрокарбонатной и сульфатной группам (распределение их по степени минерализации показано в табл. 19).

Напорные водоносные комплексы сармата на территории Азово-Кубанского артезианского бассейна более полно изучены в юго-восточной и восточной его частях, где они залегают на глубинах от 100 до 400 *м*. Наиболее изученными здесь являются напорные воды верхнесарматского комплекса и горизонта «с типичной фауной». Нижнесарматский водоносный комплекс менее водообилен, воды его плохого качества и поэтому не имеют практического значения. В юго-восточной части Азово-Кубанского бассейна водоносные комплексы верхнего сармата и горизонта «с типичной фауной» вскрываются скважинами на глубинах 180—250 *м*. Пьезометрические уровни вод их устанавливаются на 1—50 *м* ниже и на 6—12 *м* выше устьев скважин. Удельные дебиты их колеблются в пределах от 0,1 до 2 *л/сек*. По химическому составу воды относятся к гидрокарбонатно-кальциевым, гидрокарбонатно-натриевым, гидрокарбонатно-сульфатно-натриевым; минерализация их 0,2—0,5 *г/л*.

В северо-восточной части бассейна водоносные комплексы верхнего сармата и «с типичной фауной» залегают на глубине 150—300 *м*. Напорные воды указанных комплексов самоизливаются на поверх-

ность лишь в пониженных участках рельефа местности. Пьезометрические уровни их не поднимаются выше устьев скважин более чем на 10 *м*; на возвышенных участках они устанавливаются на глубинах от 10 до 30 *м*. Удельные дебиты скважин колеблются от 0,1 до 1,5 *л/сек*. Воды имеют повышенную минерализацию (1—4 *г/л*), уменьшающуюся до 0,5 *г/л* в западном направлении, и пестрый ионный состав. Уменьшение минерализации вод и изменение химического состава их в западном направлении связано с постепенным разбавлением солоноватых вод, поступающих со стороны склонов Ставропольского поднятия, пресными водами юго-восточной части территории Азово-Кубанского артезианского бассейна. В западном и юго-западном направлениях (от района г. Кропоткина) в связи с резким погружением водоносных комплексов на большие глубины минерализация вод снова сильно возрастает и они приобретают хлоридно-натриевый состав.

В районе станицы Ладожской сарматский водоносный комплекс, вскрытый скважинами на глубине 880 *м*, содержит минерализованную воду (17 *г/л*) хлоридно-натриевого состава. В восточной части Западно-Кубанского прогиба (Афипская площадь) минерализация вод увеличивается до 41 *г/л* и далее к западу она возрастает до 59—70 *г/л* (Мамайская и Троицкая площади). Причем содержание иона кальция в них возрастает, и воды приобретают хлоркальциевый тип. Пьезометрические уровни их устанавливаются от 150 *м* ниже (станица Афипская) и до 53 *м* выше устьев скважин (станицы Троицкая, Марьяновская), соответствуя абсолютным отметкам 68—120 *м*.

На южном борту Западно-Кубанского прогиба водоносные комплексы залегают на глубинах 100—400 *м*, а в наиболее погруженной его части — на 2000—2500 *м*. До глубины 300 *м* воды пресные (до 1 *г/л*), с погружением комплекса минерализация их возрастает до 12—39 *г/л* (Северо-Крымское, Абино-Украинское, Северо-Ахтырское нефтяные месторождения). Избыточные напоры на устьях скважин составляют 200—300 *м*. Дебиты скважин при самоизливе колеблются от 0,05 до 3 *л/сек*.

В северо-западной части Азово-Кубанского артезианского бассейна водоносные комплексы залегают на глубинах до 300 *м*. Воды здесь характеризуются повышенной минерализацией (более 3 *г/л*) и хлоридно-натриевым составом.

Питание водоносных горизонтов осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков в предгорьях Кавказа и на Ставропольском поднятии, а также за счет вышележащих водоносных комплексов плиоцена и древнечетвертичных (флювиогляциальных и аллювиальных) отложений, развитых в юго-восточной части бассейна, где они залегают непосредственно на отложениях сарматского яруса. Движение вод происходит от областей питания к Азовскому морю двумя потоками: первый — от Ставропольского поднятия на запад, а второй — от предгорий Кавказа с юго-востока на северо-запад. В центральной части бассейна наблюдается смешение солоноватых вод, поступающих со Ставропольского поднятия, и пресных — с предгорий Кавказа. Разгрузка вод вышеописанных комплексов осуществляется в Азовское море и в северо-западной части бассейна, где сарматские отложения выклиниваются в вышележащий комплекс понтических отложений.

В водоносных комплексах верхнего сармата и горизонта «с типичной фауной» в пределах Азово-Кубанского артезианского бассейна наблюдается хорошо выраженная горизонтальная химическая зональ-

Таблица 17

Гидрогеологическая характеристика грунтовых вод отложений мэотического яруса (N_1^2m) в области поверхностного распространения

Номер водопункта на карте	Местоположение родника	Абсолютная отметка выхода родника, м	Литологический состав водовмещающих пород	Дебит л/сек	Температура воды, °С	Сухой остаток, мг/л	Жесткость воды, мг экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в %-экв)						Формула Курлова
								Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Na^++K	Mg	Ca	
	Краснодарский край													
1	Анапский р-н, колхоз «Вторая пятилетка»	—	Известняки трещиноватые	0,1	14	538	7,56	79/22	90/19	366/59	59/25	38/31	89/44	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{50}Cl_{29}SO^4_{19}}{Ca_{44}Mg_{31}(Na-K)_{25}}$
3	Крымский р-н, ЮВ окраина хут Школьного	100	Известняки-ракушечники	0,2	10	436	8,16	14/4	20/5	476/91	10/5	15/14	130/81	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{91}SO^4_5Cl_4}{Ca_{81}Mg_{14}(Na+K)_5}$
4	Крымский р-н, хут Согласие	150	Известняки	0,03	8	600	9,16	89/23	70/13	427/64	43/16	9/7	167/77	$M_{0,6}\frac{HCO^3_{64}Cl_{25}SO^4_{13}}{Ca_{77}(Na+K)_{16}Mg_7}$
	Северо-Осетинская АССР													
11	В 0,2 км к востоку от окраины с Замаикул	536,2	Песчаники	0,016	—	700	9,2	45/10	275/47	317/43	66/24	52/35	160/41	$M_{0,7}\frac{SO^4_{47}HCO^3_{43}Cl_{10}}{Ca_{41}Mg_{35}(Na+K)_{24}}$
	Чечено-Ингушская АССР													
12	Верховье балки Мокрая	960	Песчаники	0,1	—	300	6,2	3/2	31/8	396/90	25/14	44/50	51/36	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{90}SO^4_8Cl_2}{Mg_{50}Ca_{35}(Na-K)_{14}}$
14	В 3 км севернее с Чужичу (с Высокогорье)	360	»	0,02	—	400	7,83	21/7	31/7	433/86	11/6	56/55	65/39	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{86}SO^4_7Cl_7}{Mg_{55}Ca_{39}(Na+K)_5}$
	Дагестанская АССР													
20	В 0,4 км от южной окраины с Ирчта	480	Песчаники	0,07	10	1950	20,5	360/31	688/44	490/25	149/60	80/21	127/19	$M_{1,9}\frac{SO^4_{44}Cl_{31}HCO^3_{25}}{(Na-K)_{50}Mg_{31}Ca_{19}}$
21	Северо-Восточная окраина с Андалалы	450	»	0,1	10	400	7,8	3/1	5/1	467/95	—	156/100	—	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{95}SO^4_1Cl_1}{(Na+K)_{100}}$

Таблица 18

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений мэотического яруса (N_1^3m) в области погружения

Номер волонуниста на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель) уста новившийся уровень воды (знаменатель)	Дебит скважины, л/сек (числитель) понижение м (знаменатель)	Удельный дебит л/сек	Сухой остаток мг/л	Жесткость общая мг экв/л	Содержание ионов (числитель—в мг/л знаменатель—в %-экв) Cl	SO_4''	HCO_3	Na+K	Mg	Ca	Формула Курлова
	Краснодарский край														
3	Станица Анапская	25	Пески	637/–	–	–	29 570	74,96	18 013/99	15/–	244/1	10 056/85	397/7	848/8	$M_{29,6}\frac{Cl_{99}HCO^3_1}{(Na+K)_{85}Ca_8Mg_7}$
4	В 3 км южнее с. Чекон	143	"	38/фонт	4/–	–	600	6,76	41/10	139/26	439/64	102/40	55/40	45/20	$M_{0,6}\frac{HCO^3_{64}SO^4_{26}Cl_{10}}{(Na+K)_{40}Mg_{40}Ca_{20}}$
7	В 2 км севернее с. Украинского	25	"	1034/–	0,03/–	–	4 290	1,82	2 060/78	9/–	1020/22	1 683/98	8/–	23/2	$M_{4,3}\frac{Ca_{78}HCO^3_{22}}{(Na+K)_{98}Ca_2}$
				1289/–	0,05/–	–	33 550	23,74	19 859/96	17/1	1100/3	12 758/96	165/2	207/2	$M_{33,6}\frac{Cl_{96}HCO^3_3SO^4_1}{(Na+K)_{96}Mg_2Ca_2}$
9	В 3 км севернее ст. Калужской	60	"	1260/–	–	–	14 840	4,83	8 510/94	11/–	850/6	5 770/98	32/1	46/1	$M_{14,8}\frac{Cl_{94}HCO^3_6}{(Na+K)_{96}Mg_1Ca_1}$
31	В 15 км к западу от ст. Троицкой	8	Песчаники	–/–43,2	0,04/–	–	27 300	20,6	13 652/83	–	4636/17	10 370/97	925/2	54/1	$M_{27,3}\frac{Cl_{83}HCO^3_{17}}{(Na+K)_{97}Mg_2Ca_1}$
32	Станица Троицкая	7,2	"	–/–33,2	2,20/–	–	86 000	98,8	46 098/99	32/–	61/1	39 009/96	260/2	561/2	$M_{86,0}\frac{Cl_{99}HCO^3_1}{(Na+K)_{96}Mg_2Ca_2}$
	Ставропольский край														
16	В 11 км на север от с. Левокумского	98	Пески	246/–32,4	2/0,7	3,0	620	3,5	57/14	37/7	537/79	228/89	20/9	3/2	$M_{0,6}\frac{HCO^3_{79}Cl_{14}SO^4_7}{(Na+K)_{89}Mg_9Ca_2}$

23	В 10,5 км на СЗ от с. Приозерного	45	„	$\frac{131,5}{-24,5}$	$\frac{0,5}{32,1}$	0,015	4 880	31,8	$\frac{1\,844}{64}$	$\frac{1233}{32}$	$\frac{173}{4}$	$\frac{1\,122}{61}$	$\frac{314}{19}$	$\frac{196}{20}$	$M_{4,9}\frac{Cl_{64}SO^4_{32}HCO^5_4}{(Na+K)_{61}Ca_{20}Mg_{19}}$
26	В 10 км на СВ от ст. Расшеватской	120	Песчаники	$\frac{237}{-35}$	–	–	3100	23,4	$\frac{50}{3}$	$\frac{1876}{86}$	$\frac{317}{11}$	$\frac{508}{49}$	$\frac{80}{14}$	$\frac{340}{37}$	$M_{3,1}\frac{SO^4_{86}HCO^3_{11}Cl_3}{(Na+K)_{42}Ca_{37}Mg_{14}}$
	Северо-Осетинская АССР														
28	В 4 км к ССЗ от с. Карджин	598,6	Галечники	$\frac{130}{-9,5}$	$\frac{0,72}{72,5}$	0,009	270	3,7	$\frac{20}{12}$	$\frac{25}{10}$	$\frac{237}{78}$	$\frac{35}{30}$	$\frac{30}{49}$	$\frac{22}{21}$	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{75}Cl_{12}SO^4_{10}}{Mg_{49}(Na+K)_{30}Ca_{21}}$
	Чечено-Ингушская АССР														
29	Село Чишки	377,1	„	$\frac{281}{-36}$	$\frac{0,46}{--}$	–	400	3,78	$\frac{22}{8}$	$\frac{73}{19}$	$\frac{354}{13}$	$\frac{95}{52}$	$\frac{20}{21}$	$\frac{42}{27}$	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{73}SO^4_{19}Cl_8}{(Na+K)_{52}Ca_{27}Mg_{21}}$

Таблица 19

Количественная и качественная характеристика вод родников сарматских отложений территории Ставропольского поднятия и горного Дагестана

Водоносные горизонты	Минерализация								Всего родников	Суммарный дебит, л/сек
	до 1 г/л		1—3 г/л		3—10 г/л		10 г/л			
	количество родников	суммарный дебит, л/сек	количество родников	суммарный дебит, л/сек	количество родников	суммарный дебит, л/сек	количество родников	суммарный дебит, л/сек		
Ставропольское поднятие										
Верхнесарматский . .	190	191	18	11	2	0,3	—	—	210	202
«с типичной фауной» . .	499	360	77	45	6	3	—	—	582	408
Нижнесарматский . .	10	4	1	0,1	2	0,15	—	—	13	5
Итого:	699	555	96	56	10	3,5			805	615
Горный Дагестан										
Верхнесарматский . .	32	87	2	0,02	—	—	—	—	34	87
«с типичной фауной» . .	22	7	—	—	—	—	—	—	22	7
Нижнесарматский . .	4	2	1	0,1	1	1,8	—	—	6	4
Итого:									62	98

ность вод. Так, в юго-восточной части бассейна развиты пресные воды смешанного состава (гидрокарбонатно-натриевые, гидрокарбонатно-натриево-кальциевые, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые), сменяющиеся по направлению движения потока гидрокарбонатно-хлоридно-натриевыми, которые затем переходят в хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые, а последние — в хлоридно-натриевые (рис. 14).

Воды отложений верхнего сармата и горизонта «с типичной фауной» являются источниками водоснабжения юго-восточной (Майкопский район) и восточной (от с. Ново-Александровского до г. Кропоткина) частей территории Азово-Кубанского бассейна. На остальной же площади бассейна в связи с глубоким залеганием и высокой минерализацией вод они не представляют практического интереса.

На территории Ставропольского поднятия и его склонов напорные воды приурочены к отложениям верхнего, среднего и нижнего сармата. Напорный водоносный комплекс верхнего сармата получил развитие только на склонах Ставропольского поднятия, где он погружается под более молодые образования. В области же поверхностного распространения пород развиты грунтовые воды. Напорные водоносные комплексы отложений среднего и нижнего сармата на территории Ставропольского поднятия и его склонов имеют сравнительно выдержанное распространение. Криптомактровый водоносный горизонт не представляет большого практического интереса, поскольку он сложен глинами. Исключение составляет лишь небольшой участок Александровского района, где этот горизонт представлен мелкозернистыми песками, содержащими напорные пресные воды. Верхним водоупором их служат глинистые прослои верхнесарматского, а нижним — глины нижнесарматского подъярусов.

Отложения среднего и нижнего сармата в области их поверхностного распространения содержат как грунтовые, так и напорные воды. Грунтовые воды отложений верхнего сармата и горизонта «с типичной

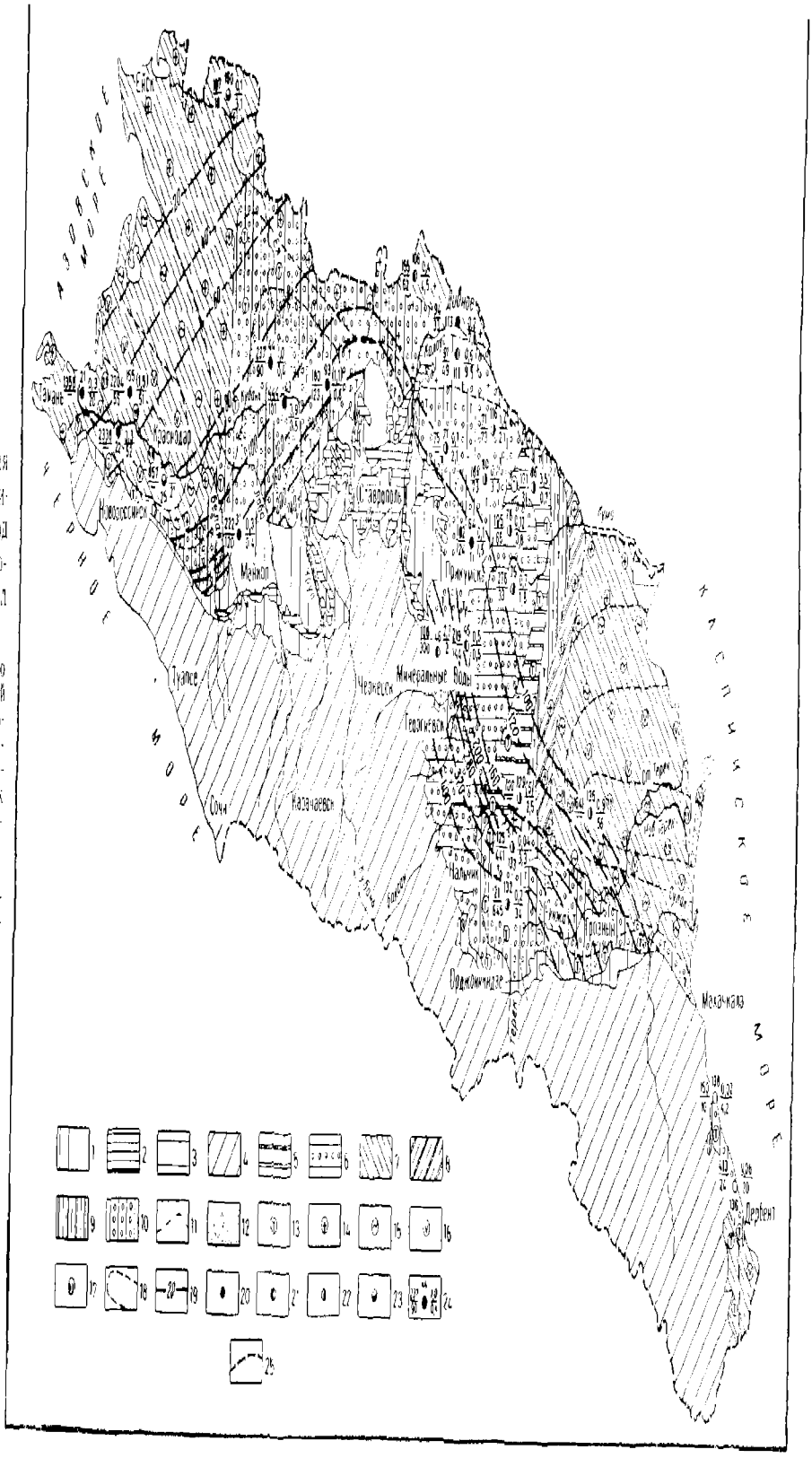


Рис. 14. Схематическая карта пьезоизопис и химического состава вод отложений сарматского яруса (Составил Н. С. Погорельский)

1 – область поверхностного распространения отложений сарматского яруса; 2 – водонепроницаемые глины кряжтомактрового горизонта, 3 – область размыва сарматских отложений; 4 – область развития древних отложений

Ионный состав вод 5 – гидрокарбонатно-натриевый; 6 – гидрокарбонатно - сульфатно - натриево - кальциевый; 7 – гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый; 8 – хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый; 9 – хлоридно-натриевый; 10 – воды пестрые по составу; 11 – границы гидрохимических зон

Минерализация вод. г/л: 12 – до 1; 13 – от 1 до 3 (знак в кружке – по предположению); 14 – от 3 до 10; 15 – от 10 до 20 (знак в кружке – по предположению); 16 – от 20 до 30 (знак в кружке – по предположению); 17 – более 30 (знак в кружке – по предположению); 18 – границы зон с различной минерализацией

Прочие обозначения 19 – пьезоизопьезы, абс. отм.; 20 – скважины, вскрывшие сарматский водоносный горизонт (нерасчлененный); 21 – тоже водоносный горизонт верхнего сармата; 22 – то же водоносный горизонт среднего сармата; 23 – то же водоносный горизонт нижнего сармата; 24 – вверху – номер скважины; слева: числитель – отметка кровли водоносного горизонта, м; знаменатель – абс. отметка пьезометрического уровня, м; справа: числитель – удельный дебит (в скобках – дебит), л/сек, знаменатель – минерализация, г/л; 25 – граница территории Северного Кавказа

фауной», имеющие прекрасные питьевые качества, служат источниками водоснабжения многих населенных пунктов. Грунтовые воды мамайского горизонта и отложений нижнего сармата, развитые в южной части Ставропольского поднятия, характеризуются повышенной минерализацией (1—3 *г/л*) и используются главным образом для хозяйственных нужд.

Напорные воды горизонтов «с типичной фауной» и мамайского, а также нижнесарматского подъяруса на территории Ставропольского поднятия вскрываются скважинами на глубинах от 120 до 350 *м*. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,01 до 0,2 *л/сек*. Самоизливы вод наблюдаются только в долинах рек и глубоких балках, где пьезометрические уровни их поднимаются выше устьев скважин не более чем на 5—8 *м*, а на остальной территории они устанавливаются на 5—30 *м* ниже устьев их. Минерализация вод с глубиной увеличивается от 1—3 до 5—7 *г/л*.

На склонах Ставропольского поднятия отложения сарматского яруса погружаются под более молодые образования. Минерализация приуроченных к ним напорных вод увеличивается с глубиной от 1 до 3 *г/л* в отложениях верхнего сармата и от 3 до 9 *г/л* в образованиях горизонта «с типичной фауной» и нижнего сармата. Наиболее высокая минерализация (до 9 *г/л*) вод характерна для северного склона Ставропольского поднятия и Манычской впадины. По направлению движения потока к Манычской впадине на северном склоне Ставропольского поднятия прослеживается увеличение минерализации вод, а на западном и восточном — уменьшение ее. Это объясняется разбавлением солоноватых вод, поступающих с западного и восточного склонов Ставропольского поднятия, пресными водами Азово-Кубанского и Терско-Кумского артезианских бассейнов.

Водоносные комплексы отложений верхнего сармата вскрыты в Арзгирском районе на глубинах 50—160 *м*, в Петровском — на глубине 180 *м* и в Прикумском — на глубинах 200—300 *м*. Дебиты скважин изменяются от 2 до 20 *л/сек*, удельные дебиты—от 0,1 до 2,5 *л/сек*. Пьезометрические уровни устанавливаются на 5—8 *м* выше и до 70 *м* ниже устьев скважин.

По химическому составу напорные воды водоносных комплексов верхнего сармата, горизонта «с типичной фауной» и нижнего сармата на склонах Ставропольского поднятия и в Манычском артезианском бассейне относятся к сульфатно-хлоридно-натриевым и хлоридно-сульфатно-натриевым.

Питание их осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков в области поверхностного распространения сармата. Разгрузка грунтовых вод происходит в депрессиях рельефа, а напорных водоносных горизонтов осуществляется искусственным путем (буровыми скважинами) и частично в результате перетока в вышележащие горизонты.

Условия водоснабжения описываемой территории весьма неблагоприятные, так как только грунтовые воды верхнего сармата и горизонта «с типичной фауной» обладают хорошими питьевыми качествами. Напорные же воды верхнего и среднего сармата лишь на локальных участках пригодны для водоснабжения.

На территории Терско-Кумского артезианского бассейна напорные водоносные комплексы сарматского яруса залегают на глубинах от 300 до 500 *м* в западной и северной частях бассейна и до 1000—3500 *м* в южной и восточной частях его. В долине р. Кумы отложения верхне-

сарматского подъяруса и горизонта «с типичной фауной» содержат пресные воды с минерализацией 0,5 *г/л*; в северной части бассейна минерализация их возрастает до 10 *г/л*. Воды самоизливающиеся, пьезометрические уровни их устанавливаются выше устьев скважин от 1 до 10 *м* в долине р. Кумы и до 20 *м* в северной части бассейна. Дебиты скважин изменяются от 0,2 до 10 *л/сек*, удельные дебиты — от 0,1 до 2 *л/сек*.

В южной части бассейна напорный водоносный комплекс верхнесарматского подъяруса вскрыт скважинами на склонах Передовых хребтов на глубинах 150—1000 *м*. Воды самоизливающиеся, пьезометрические уровни их устанавливаются на 5—40 *м* выше устьев скважин. В районе Передовых хребтов воды имеют минерализацию от 0,8 до 3,5 *г/л*. На остальной части территории Терско-Кумского артезианского бассейна вследствие глубокого (1000—3500 *м*) залегания отложений сармата водоносность их не изучена, но, вероятно, они содержат высокоминерализованные воды. Питание водоносных комплексов сарматского яруса происходит в предгорьях Кавказа, в области поверхностного распространения пород. Разгрузка их осуществляется за пределами описываемой территории, в районе погребенного вала Карпинского, где сарматские отложения выклиниваются и воды их переливаются в вышележащие отложения верхнего плиоцена. Движение вод происходит от области питания в северо-восточном и восточном направлениях — в сторону Каспийского моря, о чем свидетельствует снижение абсолютных отметок пьезометрических уровней. Напорные водоносные комплексы верхнего сармата и горизонта «с типичной фауной», развитые в Терско-Кумском артезианском бассейне, имеют гидравлическую связь через Манычский артезианский бассейн с этими же горизонтами Азово-Кубанского артезианского бассейна. Для водоносных комплексов сарматского яруса Терско-Кумского артезианского бассейна устанавливается горизонтальная гидрохимическая зональность, аналогичная таковой Азово-Кубанского артезианского бассейна.

В пределах Дагестанского артезианского бассейна водоносные комплексы сарматского яруса изучены слабо, за исключением района Катынтаусской синклинали, где верхнесарматский водоносный комплекс залегает на глубинах 130—442 *м*. На крыльях структуры дебиты скважин при понижении уровня на 3—5 *м* составляют 0,1—0,5 *л/сек*, удельные дебиты изменяются от 0,03 до 0,1 *л/сек*; воды пресные. В центральной части ее водоносные комплексы вскрыты скважинами на глубинах 343—441 *м*. Воды сульфатно-натриевые при минерализации до 2 *г/л*.

На территории Дербентского моноклинального склона верхнесарматский и среднесарматский водоносные комплексы вскрыты скважинами на глубинах от 70 до 500 *м*. Пьезометрические уровни вод устанавливаются на 10 *м* ниже устьев скважин и на 5 *м* выше их. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,06 до 0,7 *л/сек*. По степени минерализации воды верхнесарматских и среднесарматских отложений очень пестрые (0,5—29 *г/л*). По химическому составу пресные воды относятся к гидрокарбонатно-натриево-магниевым, гидрокарбонатно-хлоридно-натриевым; с повышенной минерализацией и соленые (1—23 *г/л*) — к хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатно-натриевым, сульфатно-хлоридно-натриевым, хлоридно-сульфатно-натриевым и хлоридно-натриевым. Пресные воды верхнесарматских отложений используются для водоснабжения в Дербентском, Каякентском и Ленинском районах (табл. 20).

Таблица 20

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений сарматского яруса (N_1^{s}) в области погружения

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), установившийся уровень воды (знаменатель), м	Дебит скважины, л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг экв/л	Содержание ионов (числитель—в мг/л, знаменатель—в %-экв) $Cl^{\cdot}$	$SO_4^{\cdot\cdot}$	$HCO_3^{\cdot}$	$Na^{\cdot}+K$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	Формула Курлова
	Краснодарский край														
	Верхний сармат														
2	Город Майкоп	230	Пески	180 / 13,8	8,3 / 21,6	0,38	640	0,8	21 / –	47 / 1	626 / 99	252 / 93	2 / 2	13 / 5	$M_{0,6}\frac{HCO^3_{99}SO^4_1}{(Na+K)_{93}Ca_5Mg_2}$
3	Город Майкоп, мясокомбинат	240	Песок с гравием	172 / –1,8	11,9 / 30,2	0,39	450	6,1	13 / 5	53 / 15	384 / 80	39 / 22	23 / 24	84 / 54	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{80}SO^4_{15}Cl_5}{Ca_{54}Mg_{24}(Na+K)_{22}}$
9	В 8 *км* к ЮЗ от станицы Ярославской	340	Пески	285 / +6	33,3 / 13	2,5	920	0,32	23 / 5	124 / 17	763 / 78	354 / 96	2 / 1	4 / 3	$M_{0,9}\frac{HCO^3_{78}SO^4_{17}Cl_5}{(Na+K)_{95}Ca_3Mg_1}$
12	Село Упароково	227,6	»	100 / –3,15	10,8 / 28,8	0,37	650	8	43 / 12	194 / 34	378 / 54	84 / 33	31 / 22	109 / 45	$M_{0,7}\frac{HCO^3_{54}SO^4_{34}Cl_{12}}{Ca_{45}(Na+K)_{33}Mg_{22}}$
14	Город Лабинск	280	»	294 / +10,5	9,7 / 40,5	0,24	1 660	1,9	81 / 10	2 / –	1757 / 90	672 / 92	12 / 4	19 / 4	$M_{1,7}\frac{HCO^3_{90}Cl_{10}}{(Na+K)_{92}Mg_4Ca_4}$
	Сармат нерасчлененный														
21	В 4,5 *км* к ЮВ от г. Темрюка	26	Песок мергель	1358 / –	0,3 / –	–	20 000	3,1	9 898 / 85	54 / –	2605 / 15	7 489 / 99	28 / 1	15 / –	$M_{20,0}\frac{Cl_{85}HCO^3_{15}}{(Na+K)_{99}Mg_1}$
22	В 6 *км* к югу от станицы Анастасиевской	4	Глина с прослоями песчаников	2338	0,03	–	51 050	1,7	27 062 / 87	3036 / 8	1848 / 5	19 999 / 98	8 / 1	21 / 1	$M_{51,0}\frac{Cl_{87}SO^4_8HCO^3_5}{(Na+K)_{98}Mg_1Ca_1}$

23	Станица Абинская, западная окраина	52,7	Песок	880	0,04
25	В 3,5 *км* к западу от станицы Холмской	50	Мергели	857	—
26	Северо-западнее станицы Ахтырской	50	Песок	950 / Фонт.	10,4 / Самоизлив.
31	Станица Гнагинская	145	„	222 / —25	8,3 / 26
151	Станица Ладожская	93,2	Песчаник	880,5 / —105	0,13 / —
152	Станица Афипская	28,4	Песок	210,4 / —151,4	0,007 / —
154	Станица Марьянская	15,04	„	1932 / +53	2,27 / —
155	Станица Троицкая	6,8	„	2204 / +48,2	1,5 / —

Ста

63	В 20 *км* западнее г. Прикумска	148	„	229 / —44	3,3 / 8
78	Село Николаево-Александровское	80	Песчаник	195 / —14,2	2,0 / 15,8
80	В 5—6 *км* на запад от с. Петропавловского	155	Песок	189,3 / —82,5	2,77 / 21,5

—	8 946	3,6	4 255/76	27/4	2098/20	3 570/99	24/1	31/—	$M_{8,9}\frac{Cl_{76}HCO^3{}_{20}SO^4{}_4}{(Na+K)_{99}Mg_1}$
—	19 850	17,4	10 470/85	39/2	2980/13	7 570/96	105/2	176/2	$M_{19,8}\frac{Cl_{85}HCO^3{}_{18}SO^4{}_2}{(Na+K)_{96}Mg_2Ca_2}$
—	400	7,3	32/11	4/1	439/88	20/11	21/21	112/68	$M_{0,4}\frac{HCO^3{}_{88}Cl_{11}SO^4{}_1}{Ca_{68}Mg_{21}(Na+K)_{11}}$
0,3	*450*	*5,0*	45/16	94/25	287/59	67/36	16/16	74/48	$M_{0,4}\frac{HCO^3{}_{59}SO^4{}_{25}Cl_{16}}{Ca_{48}(Na+K)_{36}Mg_{16}}$
—	17 142	18,62	9 929/95	7/—	952/5	6 588/96	70/2	72/2	$M_{17,1}\frac{Cl_{95}HCO^3{}_5}{(Na+K)_{96}Mg_2Ca_2}$
—	41 730	33,14	23 616/96	241/1	4196/3	15 503/97	93/1	178/2	$M_{41,7}\frac{Cl_{96}HCO^3{}_3SO^4{}_1}{(Na+K)_{97}Ca_2Mg_1}$
—	70 122	98	42 197/99	15/—	610/1	26 542/96	253/2	511/2	$M_{70,1}\frac{Cl_{99}HCO^3{}_1}{(Na+K)_{99}Mg_2Ca_2}$
—	50 584	34,42	30 141/97	22/—	1098/3	19 579/98	80/1	213/1	$M_{50,6}\frac{Cl_{97}HCO^3{}_3}{(Na+K)_{99}Mg_1Ca_1}$

вропольский край

Верхний сармат

0,41	455	3,25	30/11	177/49	179/40	98/56	6/6	55/38	$M_{0,5}\frac{SO^4{}_{49}HCO^3{}_{40}Cl_{11}}{(Na+K)_{56}Ca_{38}Mg_6}$
0,12	730	3,67	84/19	209/35	347/46	201/70	40/16	20/14	$M_{0,7}\frac{HCO^3{}_{46}SO^4{}_{35}Cl_{19}}{(Na+K)_{70}Mg_{16}Ca_{14}}$
0,1	2 927	17	1 256/73	489/20	222/7	739/65	322/33	10/2	$M_{2,9}\frac{Cl_{73}SO^4{}_{20}HCO^3{}_7}{(Na+K)_{65}Mg_{33}Ca_2}$

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), установившийся уровень воды (знаменатель), м	Дебит скважины, л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в % экв) Cl'	SO_4''	HCO_3'	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	Формула Курлова
86	Совхоз «Турксад»	25	Чередование песка и известняка	171 / +6	17,5 / 4,7	3,49	700	2,55	83 / 18	111 / 19	476 / 63	228 / 79	26 / 10	15 / 11	$M_{0,7}\frac{HCO^3_{63}SO^4_{19}Cl_{18}}{(Na+K)_{79}Ca_{11}Mg_{10}}$
92	В 3 км на север от хут. Перекрестного	10	Известняк	215 / +5,55	2,5 / 3,75	0,68	3625	1,9	1434 / 64	16 / —	1406 / 36	1437 / 97	6 / 1	29 / 2	$M_{3,6}\frac{Cl_{64}HCO^3_{36}}{(Na+K)_{97}Ca_2Mg_1}$
128	В 11 км на СЗ от сел. Зунда-Толга	47	»	152 / −3,2	1,04 / 20	0,05	4240	14,45	1454 / 59	1084 / 32	369 / 9	1269 / 79	64 / 8	184 / 13	$M_{4,2}\frac{Cl_{59}SO^4_{32}HCO^3_9}{(Na+K)_{79}Ca_{13}Mg_8}$
	Средний сармат														
46	Поселок Соколовский	320	»	108 / −20,3	2,7 / —	—	1416	55,4	566 / 48	59 / 15	305 / 37	311 / 41	104 / 26	224 / 33	$M_{1,4}\frac{Cl_{48}HCO^3_{37}SO^4_{15}}{(Na+K)_{41}Ca_{33}Mg_{26}}$
57	Село Александровское	320	Песчаник	85 / −17,3	3,5 / 26,5	0,13	370	5,9	14 / 4	30 / 24	354 / 72	49 / 26	29 / 30	70 / 44	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{72}SO^4_{24}Cl_4}{Ca_{44}Mg_{30}(Na+K)_{26}}$
	Криптомактровый горизонт														
53	В 8 км на СВ от с. Александровского	260	»	54 / +5,5	4 / 5,2	0,76	355	2,5	5 / 2	96 / 32	250 / 66	86 / 60	14 / 18	29 / 22	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{66}SO^4_{32}Cl_2}{(Na+K)_{60}Ca_{22}Mg_{18}}$
60	В 2 км к СВ от окраины с. Новоселицкого	171,21	Песок	116 / +1,5	2,0 / при самоизливе	—	1106	11,59	116 / 17	424 / 47	413 / 36	168 / 39	61 / 26	131 / 35	$M_{1,1}\frac{SO^4_{47}HCO^3_{36}Cl_{17}}{(Na+K)_{39}Ca_{35}Mg_{26}}$
67	В 7,2 км к югу от с. Елизаветинского	205,5	»	94 / +12	15 / 11,25	1,33	956	13,5	271 / 45	211 / 26	311 / 29	85 / 21	59 / 28	175 / 51	$M_{0,9}\frac{Cl_{45}HCO^3_{29}SO^4_{26}}{Ca_{51}Mg_{28}(Na+K)_{21}}$

102	Хутор Крестьяновский	128,7	»	161 / −33,9	1,43 / 9,3	0,15	3895	2,12	1502 / 61	78 / 6	1476 / 33	1543 / 97	21 / 2	13 / 1	$M_{3,9}$	$\frac{Cl_{61}HCO^3_{35}SO^4_6}{(Na+K)_{97}Mg_2Ca_1}$
	Мамайский горизонт															
150	Правый склон 2-го левого притока балки 2-й Горькой	360	Мергели	1,5 / 1,5	–	–	3300	33,38	1347 / 67	750 / 26	253 / 7	574 / 42	138 / 19	442 / 39	$M_{3,4}$	$\frac{Cl_{67}SO^4_{28}HCO^3_7}{(Na+K)_{42}Ca_{39}Mg_{19}}$
	Средний и нижний сармат															
106	Колхоз «Правда»	85	Песок	155 / −23	6,8 / 18,5	0,37	4540	2,20	1979 / 72	303 / 8	952 / 20	1738 / 97	2 / –	39 / 3	$M_{4,5}$	$\frac{Cl_{72}HCO^3_{20}SO^4_8}{(Na+K)_{97}Ca_3}$
113	В 15 *км* на восток от с. Дивного	30	»	94 / +3,15	0,60 / 3,15	0,21	7850	20	3723 / 80	655 / 11	723 / 9	2511 / 85	137 / 8	175 / 7	$M_{7,6}$	$\frac{Cl_{80}SO^4_{11}HCO^3_9}{(Na+K)_{53}Mg_{35}Ca_7}$
148	В 40 *км* к ЮВ от свх. «Черноземельский»	0	Известняк	184 / +9	4 / 3	1,33	5720	10,8	4800 / 87	14 / –	1200 / 13	144 / 93	89 / 5	70 / 2	$M_{5,7}$	$\frac{Cl_{87}HCO^3_{13}}{(Na+K)_{93}Mg_5Ca_2}$
	Чечено-Ингушская АССР															
	Верхний сармат															
131	Село Верхние Ачалуки	476,1	Песок	150 / −11	4,1 / 29,3	0,14	950	3,0	160 / 29	335 / 45	244 / 26	265 / 75	17 / 9	50 / 16	$M_{0,9}$	$\frac{SO^4_{45}Cl_{28}HCO^3_{26}}{(Na+K)_{75}Ca_{16}Mg_9}$
	Северо-Осетинская АССР															
	Верхний сармат															
132	В 1,5 *км* на север от с. Раздзог	641,1	»	21 / +4,5	1,8 / 9,5	0,2	3400	29,5	445 / 22	1388 / 51	927 / 27	613 / 48	232 / 33	208 / 19	$M_{3,4}$	$\frac{SO^4_{51}HCO^3_{27}Cl_{22}}{(Na+K)_{43}Mg_{38}Ca_{19}}$
133	Сел. Хуры-кау	442,3	»	125 / +0,5	1,60 / 47,65	0,035	3300	10	661 / 35	1220 / 48	512 / 17	980 / 81	46 / 7	125 / 12	$M_{3,3}$	$\frac{SO^4_{48}Cl_{35}HCO^3_{17}}{(Na+K)_{81}Ca_{12}Mg_7}$
	Дагестанская АССР															
	Средний сармат															
136	Окрестности г. Дербента	19,9	Известняк	440 / +5,2	0,38 / 6,9	0,55	20 550	44,3	18 648 / 99	21 / –	256 / 1	1111 / 91	390 / 5	288 / 4	$M_{20,9}$	$\frac{Cl_{96}HCO^3_1}{(Na+K)_{91}Mg_5Ca_1}$
138	Сел. Избербаш	0,0		150 / −10,5	0,12 / 6	0,02	4 220	1,4	878 / 41	983 / 34	939 / 25	1862 / 98	6 / 1	18 / 1	$M_{4,2}$	$\frac{Cl_{41}SO^4_{34}HCO^3_{25}}{(Na+K)_{98}Ca_2Mg_1}$

Водоносные комплексы отложений среднего миоцена (N_1^2)

Отложения среднего миоцена выходят на дневную поверхность узкой полосой вдоль предгорий Кавказа, на Ставропольском поднятии и в Передовых хребтах.

В зоне поверхностного их распространения развиты грунтовые воды. Водоносные горизонты дренируются долинами балок и рек. Выходящие на их склонах родники приурочены главным образом к песчаникам и пескам, реже к мергелям, известнякам и доломитам. Дебиты их изменяются от 0,005 до 5 *л/сек*, причем преобладают дебиты до 0,5 *л/сек*. Минерализация вод родников изменяется от 0,1 до 32 *г/л*, но чаще она не превышает 3 *г/л* и только воды родника (у сел. Даттых Чечено-Ингушской АССР) имеют минерализацию 117 *г/л*. По химическому составу воды пестрые с преобладанием ионов сульфатов и хлора. Жесткость их изменяется от 0,5 до 220 *мг·экв/л*, но в подавляющем большинстве она лежит в пределах 0,46—20 *мг·экв/л*. Вследствие своей малочисленности и небольшого дебита родники и колодцы среднемиоценовых отложений существенного практического значения не имеют, за исключением родников, расположенных на северном склоне палеоген-неогеновых предгорий Дагестана (Буйнакский и Кизил-Юртовский административный районы), где пресные воды их используются для питьевого и хозяйственного водоснабжения.

Среднемиоценовые отложения в области погружения вскрываются скважинами на глубинах от 60 *м* у с. Ипатово до 2900 *м* у станицы Федоровской. Сильно минерализованные воды обычно приурочены к наиболее погруженным участкам. Площадь практически возможного использования подземных вод среднемиоценовых отложений сравнительно невелика и ограничивается узкой полосой вдоль предгорий и нижних частей склонов Передовых хребтов.

В пределах Азово-Кубанского артезианского бассейна водоносные комплексы среднего миоцена вскрыты на территории Краснодарского края. Конкский горизонт имеет преимущественно глинистый состав и служит водоупором для других водоносных горизонтов. Водоносен он лишь на отдельных участках. Так, в районе станицы Вознесенской на глубине 460 *м* в нем вскрыты гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые воды с минерализацией 0,5 *г/л*. Дебит скважины 0,5 *л/сек*. Для целей водоснабжения воды конкского горизонта не представляют практического интереса.

Водоносный комплекс отложений караганского горизонта вскрывается скважинами на глубинах от 434 *м* (у станицы Новолокинской) до 2300 *м* (станице Холмской). Глубины залегания его увеличиваются к центральной части Азово-Кубанского артезианского бассейна. Водосодержащими породами служат пески, песчаники, мергели и реже доломиты; водоупором являются глины этого же горизонта и глины фоладовых слоев. Водообильность рассматриваемых отложений слабая — дебиты скважин составляют 0,17—0,55 *л/сек*. Воды напорные, часто самоизливающиеся, преимущественно соленые (2—23 *г/л*), с жесткостью от 1,3 до 20 *мг·экв/л*, хлоридно-натриевые и реже хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые. Дренаж водоносного комплекса осуществляется только искусственным путем (глубокими скважинами). Вследствие плохого качества вод и низкой водообильности отложений воды карагана не представляют здесь практического интереса.

В пределах описываемого артезианского бассейна водоносный комплекс отложений чокракского горизонта вскрывается буровыми скважинами на глубинах 1130—2900 *м*. Водовмещающими породами явля-

ются: песчаники, пески, мергели, известняки-ракушечники, конгломераты и доломиты, переслаивающиеся с пластами глин. Водообильность комплекса сравнительно высокая — дебиты скважин колеблются от 0,03 до 16,2 *л/сек*, чаще составляя 4—5 *л/сек*. Движение потока происходит в северо-западном направлении (рис. 15). Температура вод варьирует от 27 до 108° С, а в подавляющем большинстве не превышает 30—45° С. Воды напорные, в большинстве случаев самоизливающиеся. Минерализация их 2—15 *г/л*, жесткость 0,5—17 *мг·экв/л*, чаще 5—17 *мг·экв/л*. По составу воды хлоридно-натриевые, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые и гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые. Вследствие значительной минерализации и наличия в районе других, более качественных вод подземные воды чокракского водоносного комплекса для целей водоснабжения являются неперспективными; термальные их разности представляют бальнеологический интерес. Дренаж водоносных комплексов среднемиоценовых отложений в пределах Азово-Кубанского артезианского бассейна осуществляется скважинами, пробуренными для различных целей.

В пределах Ставропольского поднятия водоносность среднемиоценовых отложений установлена как на самом плато, так и на его склонах. Она проявляется на небольших площадях, в местах выходов на дневную поверхность песчаников и песков, на юго-западном склоне Ставропольской возвышенности, на южных склонах гор Недреманной, Стрижамент и на других участках. Здесь же расположена и область питания описываемых водоносных комплексов, которое осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Воды в большинстве своем безнапорные, однако там, где они перекрыты глинистыми прослоями, приобретают напоры. Пьезометрические уровни их располагаются выше поверхности земли (с. Круглолесское). Напорные воды среднемиоценовых отложений на Ставропольском поднятии вскрываются на глубинах 160—282 *м*. Водовмещающими породами служат прослои и линзы песков, известняков и мергелей мощностью 1,5—14 *м*, залегающие среди глин. Пьезометрические уровни вод устанавливаются на 10—80 *м* выше устьев скважин. Удельные дебиты скважин 0,001—0,01 *л/сек*. Минерализация вод изменяется от 2 до 22 *г/л*, жесткость равна 2—43 *мг·экв/л*. Состав вод хлоридно-натриевый, хлоридно-сульфатно-натриевый и гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый. Ввиду высокой минерализации напорные воды среднемиоценовых отложений в пределах Ставропольского поднятия практического значения не имеют. Воды с минерализацией до 3 *г/л* могут быть использованы для водопоя скота.

В пределах Невинномысского артезианского бассейна водосодержащими породами служат пески, песчаники и мергели конкского, караганского и чокракского горизонтов. Область питания водоносных комплексов совпадает с площадью выходов описываемых пород на дневную поверхность по периферии данной структуры. Источником питания служат атмосферные осадки.

Дебиты родников, приуроченных к области питания, изменяются от 0,02 до 0,5 *л/сек* в единичных случаях достигая 4—5 *л/сек*. Минерализация вод конкского водоносного комплекса составляет 0,3—2 *г/л*, караганского — 0,4—4 *г/л* и чокракского — 1—13 *г/л*, т. е. наблюдается вертикальная гидрохимическая зональность. По химическому составу слабо минерализованные воды (до 1 *г/л*) относятся к гидрокарбонатно-кальциевым, с повышенной минерализацией (1—3 *г/л*) — к сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-магниевым, сульфатно-кальциево-натриевым, хлоридно-натриево-магниевым. Дренируются безнапорные водо-

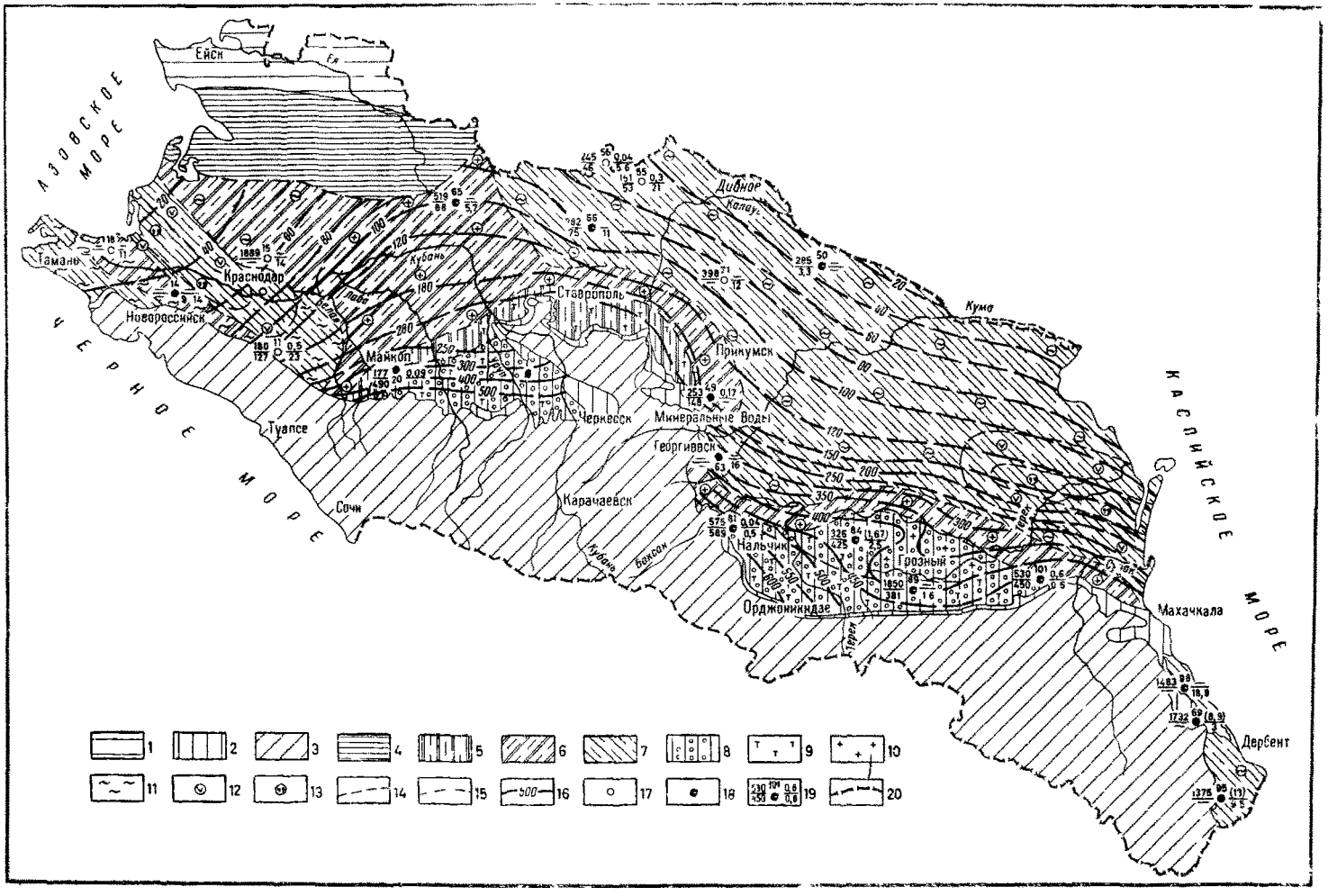


Рис 15 Схематическая карта пьезоизогипс и химического состава вод отложений среднего миоцена (Составил Н. С Погорельский)

1 — область размыва отложений среднего миоцена, *2* — область поверхностного распространения отложений среднего миоцена, *3* — область развития более древних отложений, *4* — область распространения водоупорных глин среднего миоцена Ионный состав вод *5* — гидрокарбонатно-хлоридно натриевый, *6* — хлоридно - гидрокарбонатно - натриевый, *7* — хлоридно-натриевый, *8* — воды пестрого состава Минерализация вод *г/л* *9* — от 1 до 3, *10* — от 3 до 10, *11* — от 10 до 20, *12* — от 20 до 50 (по предположению), *13* — более 50 (по предположению), *14* — границы зон с различной минерализацией, *15* — границы гидрохимических зон Прочие обозначения *16* — пьезоизогипсы, абс отм, *17* — скважины, вскрывшие карагайский водоносный горизонт, *18* — то же чокракский горизонт; *19* — вверху — номер скважины, слева числитель — отметка кровли водоносного горизонта, *м*, знаменатель — абсолютная отметка пьезометрического уровня, *м*, справа числитель — удельный дебит (в скобках — дебит), *л/сек*, знаменатель — минерализация, *г/л*, *20* — граница территории Северного Кавказа

носные горизонты эрозионной сетью. Пресные воды конкского и караганского горизонтов используются для питьевых целей, а воды с повышенной минерализацией — для водопоя скота.

В пределах описываемого артезианского бассейна в чокракских песках и мергелях вскрываются напорные воды на глубинах от 17 *м* (хутор Рощинский) до 475 *м* (с. Казьминское). Пьезометрические уровни вод в восточной части бассейна располагаются на 19 *м* ниже устьев скважин (хутор Рощинский), в западной — приближаются к поверхности земли, на гипсометрически пониженных участках устанавливаются на 3 *м* выше устьев скважин (хутор Родниковский), в 11 *км* к СВ от станицы Георгиевской). Дебиты самоизливающихся скважин составляют 0,02—0,6 *л/сек*, а при откачке, с понижением уровня вод на 4 *м*, до 4 *л/сек*. Минерализация вод изменяется от 0,2 до 3 *г/л*, в большинстве случаев составляя 1—3 *г/л*; жесткость 7—150 *мг·экв/л*.

По химическому составу эти воды в основном относятся к сульфатным и гидрокарбонатным группам, реже к хлоридной. Движение напорных вод происходит в северо-западном направлении. Воды среднемиоценовых комплексов в пределах Невинномысского артезианского бассейна имеют невысокое качество и не во всех случаях могут быть пригодны для питья. Однако для населенных пунктов, расположенных в бассейне р. Невинки, они являются основным источником водоснабжения.

В пределах Терско-Кумского артезианского бассейна водоносные комплексы среднемиоценовых отложений вскрыты буровыми скважинами в ряде пунктов: у с. Алексеевского на глубине 202 *м*, у с. Арзгир — 321 *м*, у с. Петропавловского на глубине 380 *м*, у с. Озек-Суат 1-й — на глубине 664 *м* и у станицы Александрийской — на глубине 2375 *м*. Наибольшее количество скважин, вскрывших средний миоцен, расположено в пределах газонефтеносных площадей — Зимней Ставки, Прасковейской, Отказненской, Озек-Суатской, Гороховской и др. Подземные воды на рассматриваемой площади приурочены только к караганскому и чокракскому водоносным комплексам. Конкский и тарханский горизонты вследствие небольших мощностей и преимущественно глинистого состава слагающих пород служат водоупорами. Область питания водоносного горизонта расположена на Ставропольском поднятии и в полосе предгорий, в местах выходов отложений среднего миоцена на дневную поверхность. Питание осуществляется в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков, а в предгорьях возможно дополнительное поступление вод из аллювия рек и балок. Водоносные комплексы отложений караганского горизонта в пределах бассейна вскрыты буровыми скважинами на глубинах от 110 *м* (с. Ульяновка) до 2375 *м* (у станицы Александрийской). Водовмещающими породами являются пески и песчаники суммарной мощностью до 45 *м*, заключенные в толще глин. С севера на юг и особенно на юго-восток песчанистость в разрезе значительно уменьшается и, следовательно, понижается их водообильность. Дебиты скважин при понижении уровней на 7—23 *м* составляют 0,4—2 *л/сек*, удельные дебиты — 0,02—0,3 *л/сек*. Пьезометрические уровни вод устанавливаются от 18 до 92 *м* ниже устьев скважин, соответствуя абсолютным отметкам 33,5—43,0 *м*, понижающимся в направлении на север и северо-восток. С погружением караганских отложений минерализация вод увеличивается по направлению с юго-запада на северо-восток от 1,6 до 15 *г/л*. Некоторое опреснение вод отмечается в долине р. Кумы. По химическому составу воды описываемого горизонта хлоридно-натриевые и хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые, реже сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевые и гид-

рокарбонатно-натриевые. Естественная область разгрузки водоносного горизонта расположена на юге Ергеней (в урочище Шар-Булак), где отмечены выходы ряда восходящих источников. Искусственный дренаж осуществляется многочисленными скважинами. Воды обычно соленые и используются только для водопоя скота.

Чокракские отложения так же, как и караганские, к северу и востоку погружаются под более молодые образования и вскрываются на глубинах от 398 *м* (с. Алексеевское) до 800—1100 *м* (севернее с. Черный Рынок). Водовмещающими породами служат пески и песчаники мощностью 40—75 *м*, заключенные среди глин. Пьезометрические уровни вод соответствуют абсолютным отметкам 50—490 *м*. Наиболее высокие их отметки зафиксированы в районе г. Георгиевска, где воды фонтанируют. Пьезометрические уровни вод водоносного комплекса постепенно понижаются в направлении с юго-запада на северо-восток. Дебиты скважин в большинстве случаев составляют 0,007—0,47 *л/сек*, и лишь в Георгиевском районе, где в разрезе чокракских отложений преобладает песчаный материал, они достигают 27 *л/сек*. Общая минерализация вод закономерно увеличивается с юго-запада на северо-восток от 7 до 34 *г/л*. По химическому составу воды в основном хлоридно-натриевые и реже гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевые, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевые. Температура напорных вод изменяется от 32 до 55° С. Движение их происходит в северо-восточном и восточном направлениях. Основная область дренажа водоносного горизонта расположена к северу от Манычской впадины, дополнительное дренирование осуществляется искусственным путем (при помощи скважин). Ввиду высокой минерализации воды для питья непригодны. Они представляют лишь интерес для бальнеологических и промышленных (как сырье на йод, бром и бор) целей.

В районе Передовых хребтов из среднемиоценовых отложений выходят родники и горячие минеральные источники (Ачалукские, Серноводские, Брагунские и др.). Дебиты водопроявлений, приуроченных к отложениям караганского горизонта, составляют 0,01—5 *л/сек*, чокракского 0,002—5 *л/сек*; минерализация вод соответственно 0,5—6 и 0,8—19 *г/л*. По химическому составу воды минеральных источников и родников однотипны. Воды караганского водоносного комплекса преимущественно гидрокарбонатно-натриевые, сульфатно-гидрокарбонатно-натриевые и хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые, а воды чокракского водоносного комплекса преимущественно гидрокарбонатно-натриевые и сульфатно-натриевые. Температура вод минеральных горячих источников колеблется от 25 до 91° С. Воды родников вследствие их малочисленности, небольших дебитов и значительной минерализации практического значения для водоснабжения района не имеют; наименее минерализованные из них могут использоваться только для водопоя скота. Воды минеральных горячих источников представляют бальнеологический интерес.

Напорные воды вскрыты буровыми скважинами в караганских песках, песчаниках и мергелях, на глубинах от 172—326 *м* (у села Средние Ачалуки) до 2889 *м* (у горы Господской). Дебиты скважин колеблются от 0,03 до 20 *л/сек*, удельные дебиты в среднем составляют 0,04 *л/сек*. Пьезометрические уровни вод в скважинах устанавливаются от 9,5 *м* ниже и до 14 *м* выше их устьев. Минерализация вод изменяется от 1 до 24 *г/л*, большей же частью она составляет 1,4—6,0 *г/л*; жесткость — 0,09—137 *мг·экв/л*. По химическому составу воды преимущественно хлоридно-натриевые, гидрокарбонатно-натриевые, гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые.

В отложениях чокракского яруса (в песчаниках, песках и мергелях) напорные воды вскрыты скважинами на глубинах от 500—600 *м* (Вознесенская нефтепромысловая площадь) до 2000 *м* (у станицы Семашкинской). Пьезометрические уровни вод колеблются от 6 до 80 *м* ниже устьев скважин. Минерализация вод чокракского водоносного комплекса изменяется от 1 до 25 *г/л*, а жесткость — от 0,06 до 76 *мг·экв/л*. Преобладают воды хлоридно-натриевого, сульфатно-гидрокарбонатно-натриевого, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевого состава. Движение их происходит в северо-восточном направлении. Разгрузка водоносных горизонтов осуществляется естественным путем (в размытых сводах антиклиналей и по тектоническим трещинам), а также эксплуатирующимися скважинами.

Высокая минерализация вод исключает возможность использования их для питьевых целей, горячие же воды могут представлять бальнеологический интерес.

В пределах Дагестанского артезианского бассейна подземные воды среднемиоценовых водоносных комплексов вскрыты буровыми скважинами на глубинах от 3 *м* (в г. Буйнакске) до 1700 *м* (на северо-восточном крыле Избербашской структуры). Область питания водоносных комплексов рассматриваемого бассейна расположена в горной части Дагестана. Питание их происходит преимущественно за счет атмосферных осадков и частично за счет вод, поступающих из других водоносных горизонтов по зонам тектонических нарушений. Водосодержащими породами служат песчаники и реже пески и мергели. Воды напорные и в большинстве случаев самоизливающиеся (избыточные напоры до 30 *м*). Дебиты скважин изменяются от 0,06 до 34 *л/сек*, удельные дебиты варьируют от 0,001 до 0,6 *л/сек*. Минерализация вод изменяется от 0,5 до 123 *г/л*, но чаще она составляет 3—20 *г/л*; жесткость их колеблется от 4 до 38 *мг·экв/л*, причем преобладает жесткость более 6 *мг·экв/л*. По химическому составу воды носят преимущественно сульфатный характер. Температура их на указанных глубинах колеблется от 13 до 43° С. Движение подземного потока происходит от области питания на северо-восток и восток — к Каспийскому морю. Здесь происходит их разгрузка по зонам тектонических нарушений в вышележащие комплексы и посредством глубоких скважин. К Буйнакской синклинали приурочен малый артезианский бассейн, входящий в состав Дагестанского артезианского бассейна и гидравлически связанный с ним. Здесь чокракские песчаники погружены на глубины до 450 *м* и содержат значительное количество пресных и минерализованных вод. Пресные воды приурочены к юго-западной и центральной частям синклинали, минерализованные же воды залегают в ее восточной части. Пресные воды (до 0,9 *г/л*) вскрыты на глубинах 100—330 *м*. Для них характерно преобладание гидрокарбонат- и сульфат-ионов. Пресные воды Дагестанского артезианского бассейна имеют довольно широкое использование в Буйнакском и Каякентском районах; в других же районах вследствие высокой минерализации они используются лишь для водопоя скота (табл. 21, 22).

ВОДЫ НЕОГЕН-ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Водоносность майкопских отложений (Pg_3—N_1mk)

Майкопские отложения, развитые на огромной площади Предкавказья, в основном представлены плотными глинами, которые на большей площади являются региональным водоупором, разобщающим водоносные горизонты среднего миоцена и эоцена. Подземные воды приуро-

Таблица 21

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений среднего миоцена (N_1^2) в области открытого залегания

Номер водопункта на карте	Местоположение родника	Абсолютная отметка выхода родника, м	Литологический состав водовмещающих пород	Удельный дебит, л/сек	Температура воды, °С	Сухой остаток, мг/л	Жесткость воды, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в %-экв)						Формула Курлова
								Cl^-	SO_4^{--}	HCO_3^-	$Na^+ + K^+$	Mg^{++}	Ca^{++}	
	Краснодарский край													
	Карагинский горизонт													
1	В 5,4 км к ЗСЗ от станицы Гостогаевской	17	Песчаники	0,01	—	12 782	18,7	11 790 / 94	152 / 1	1019 / 5	83 / 17	196 / 71	52 / 12	$M_{12,8}\frac{Cl_{94}HCO^3_4SO^4_1}{Mg_{71}(Na+K)_{17}Ca_{12}}$
3	В 7 км к югу от с. Тамань	70	»	0,05	—	1 083	1,39	164 / 24	13 / 1	885 / 75	437 / 99	—	27 / 1	$M_{1,1}\frac{HCO^3_{75}Cl_{24}SO^4_1}{(Na+K)_{99}Ca_1}$
4	В 12,7 км к СВ от станицы Севастопольской	20	»	0,4	10	286	4,4	34 / 21	89 / 38	121 / 41	9 / 9	16 / 27	62 / 64	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{41}SO^4_{38}Cl_{21}}{Ca_{64}Mg_{27}(Na+K)_9}$
5	В 4 км к СЗ от станицы Костромской	320	Пески	1,3	12	427	6,95	34 / 13	127 / 33	249 / 54	29 / 17	28 / 29	84 / 54	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{54}SO^4_{33}Cl_{13}}{HCO^3_{54}SO^4_{33}Cl_{13}}$
	Чокракский горизонт													
8	В 4 км к ЮВ от пос. Н Баканского	89	Известняки	0,5	9	464	6,6	71 / 25	19 / 4	390 / 73	59 / 28	18 / 17	102 / 55	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{73}Cl_{25}SO^4_4}{Ca_{55}(Na+K)_{28}Mg_{17}}$
14	В 3,5 км к СЗ от станицы Вышестеблиевской	100	»	0,01	—	9 200	6,8	7498 / 100	—	—	1354 / 70	224 / 20	136 / 10	$M_{9,2}\frac{Cl_{100}}{(Na+K)_{70}Mg_{20}Ca_{10}}$
19	В 8,4 км к ССВ от с. Успенского	353	Пески	0,3	12	6 244	53,34	512 / 15	3658 / 77	479 / 8	1051 / 47	406 / 33	389 / 20	$M_{6,2}\frac{SO^4_{77}Cl_{15}HCO^3_8}{(Na+K)_{47}Mg_{33}Ca_{20}}$

								Тарханский горизонт							
22	В 4,2 км к СВ от станицы Псебай	680	„	2,5	12	380	4	48/22	91/30	187/48	53/37	5/6	72/57	$M_{0,4}$	$\frac{HCO^3_{46}SO^4_{30}Cl_{22}}{Ca_{57}(Na+K)_{37}Mg_6}$
								Ставропольский край							
								Карагинский горизонт							
30	В 5,2 км к ЮВ от пос. Средний	319	„	0,6	—	705	13,9	182/36	43/7	493/57	5/2	80/48	146/50	$M_{0,7}$	$\frac{HCO^3_{57}Cl_{36}SO^4_7}{Ca_{50}Mg_{46}(Na+K)_2}$
32	В 5 км к ЮЗ от станицы Георгиевской	590	„	0,02	—	10 305	196	347/7	6433/83	1037/10	1462/36	1057/50	488/14	$M_{10,3}$	$\frac{SO^4_{83}HCO^3_{10}Cl_7}{Mg_{50}(Na+K)_{36}Ca_{14}}$
36	Село Султанское	580	Песчаники	2	—	547	2,7	8/2	119/27	415/71	159/71	—	53/29	$M_{0,5}$	$\frac{HCO^3_{71}SO^4_{29}Cl_2}{(Na+K)_{71}Ca_{29}}$
								Чокракский горизонт							
41	В 5,5 км к ЮЮЗ от г. Невинномысска	480	Пески	0,5	—	9 240	99,4	4407/84	399/8	512/8	2676/54	758/28	743/18	$M_{9,2}$	$\frac{Cl_{84}SO^4_8HCO^3_8}{(Na+K)_{54}Mg_{26}Ca_{18}}$
								Чечено-Ингушская АССР							
								Карагинский горизонт							
47	В 7 км к СЗ от с. Самашки	431	„	0,25 0,33	—	930	13,9	126/30	139/24	341/46	243/43	43/14	209/43	$M_{0,9}$	$\frac{HCO^3_{46}Cl_{26}SO^4_{28}}{(Na+K)_{43}Ca_{43}Mg_{14}}$
50	В 0,2 км к югу от с. Ихтису	102	Песчаники	5	61	750	1,6	Следы —	272/46	409/54	246/87	6/4	22/9	$M_{0,7}$	$\frac{HCO^3_{54}SO^4_{46}}{(Na+K)_{87}Ca_9Mg_4}$
63	В 2,7 км к северу от с. Серноводского	303,4	„	0,83	—	2 400	2,4	398/28	716/38	805/34	853/92	13/4	20/4	$M_{2,4}$	$\frac{SO^4_{38}HCO^3_{61}Cl_{28}}{(Na+K)_{92}Mg_3Ca_4}$
								Чокракский горизонт							
72	В 1,5 км к северу от с. Сл. Ачалуки	399	Песчаники	0,006	—	9 634	36,6	777/16	5183/73	936/11	2634/75	282/18	148/6	$M_{9,6}$	$\frac{SO^4_{73}Cl_{15}HCO^3_{12}}{(Na+K)_{75}Mg_{18}Ca_8}$
76	В 3,4 км к ССВ от с. Серноводского	315,6	„	5	70	3 032	1,7	1215/65	209/9	307/26	1153/95	10/2	14/3	$M_{3,0}$	$\frac{Cl_{65}HCO^3_{26}SO^4_9}{(Na+K)_{95}Ca_3Mg_2}$

Номер водопункта на карте	Местоположение родника	Абсолютная отметка выхода родника, м	Литологические связи состав водовмещающих пород	Дебит, л/сек	Температура воды, °С	Сухой остаток, мг/л	Жесткость воды, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в % экв)						Формула Курлова
								Cl	SO_4	HCO_3	Na+K	Mg	Ca	
	Дагестанская АССР													
	Конкский — карганский горизонты													
81	В 4 км к югу от с. Чир Юрт	200	Песчаники	1	17	1458	13,57	295 / 45	111 / 13	488 / 42	305 / 65	91 / 19	122 / 16	$M_{1,5}\frac{Cl_{45}HCO^3_{42}SO^4_{12}}{(Na+K)_{64}Mg_{19}Ca_{16}}$
87	В 26 км к ССВ от с. Мигаги	200	„	—	14	970	12,44	67 / 10	174 / 20	753 / 70	138 / 32	89 / 40	103 / 28	$M_{0,6}\frac{HCO^3_{70}SO^4_{20}Cl_{10}}{Mg_{52}(Na+K)_{32}Ca_{28}}$
95	В 8,3 км к северу от с. Карабудахкент	190	„	0,006	15	850	10,1	81 / 18	306 / 44	318 / 38	90 / 30	80 / 49	60 / 21	$M_{0,8}\frac{SO^4_{45}HCO^3_{38}Cl_{18}}{Mg_{49}(Na+K)_{30}Ca_{21}}$
98	Село Мюрегн, северная окраина	535	„	2,5	15	1233	10,68	23 / 3	111 / 11	1224 / 83	300 / 54	96 / 31	56 / 12	$M_{1,4}\frac{HCO^3_{48}SO^4_{41}Cl_{11}}{(Na+K)_{54}Mg_{34}Ca_{12}}$
	Чокракский горизонт													
101	Город Буйнакск	400	„	0,37	14	1200	12,32	53 / 8	586 / 61	378 / 31	174 / 38	77 / 32	120 / 30	$M_{1,2}\frac{SO^4_{61}HCO^3_{31}Cl_{8}}{(Na+K)_{38}Mg_{32}Ca_{30}}$
109	В 1 км к ЮВ от с. Эмбулак	450	„	0,7	21	344	2	21 / 13	119 / 56	104 / 31	78 / 63	10 / 15	23 / 22	$M_{0,4}\frac{SO^4_{56}HCO^3_{31}Cl_{13}}{(Na+K)_{63}Ca_{22}Mg_{15}}$
120	В 1,5 км к югу от ст. Уллубиевка	0,0	„	—	15	1180	5,36	1015 / 91	85 / 6	—	—	49 / 72	30 / 28	$M_{1,2}\frac{Cl_{94}SO^4_{6}}{Mg_{72}Ca_{28}}$
126	В 3,5 км к З от с. Дарваг	540	„	0,25	13	512	5,27	6 / 1	27 / 7	591 / 92	125 / 50	20 / 16	72 / 34	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{92}SO^4_{7}Cl_{1}}{(Na+K)_{50}Ca_{34}Mg_{16}}$
127	В 7,5 км к СВ от с. Адишак	145	„	0,25	15	1688	17,8	273 / 38	151 / 15	573 / 47	709 / 62	137 / 25	132 / 13	$M_{1,7}\frac{HCO^3_{47}Cl_{38}SO^4_{15}}{(Na+K)_{62}Mg_{25}Ca_{13}}$

чены главным образом к средней (зеленчукский горизонт) и нижней (хадумский горизонт) частям разреза майкопа, выраженным песками, песчаниками, конгломератами, мергелями, алевритами и алевролитами, нередко имеющими сравнительно большое площадное распространение. Общая мощность майкопской свиты изменяется от 600 *м* в Азово-Кубанском до 1570 *м* в Терско-Кумском артезианских бассейнах. Ранее считалось, что верхняя часть майкопа представлена только глинами, однако в процессе бурения скважин на воду были встречены отдельные водоносные горизонты в песчаных пластах и пачках. При опробовании их в пределах Терско-Кумской впадины (Петровская, Благодарненская, Мирненская, Прикумская, Георгиевская и другие разведочные площади) были получены небольшие притоки минерализованных вод (до 10 *г/л*), сопровождающиеся промышленными скоплениями углеводородных газов. Самоизливающихся вод из отложений верхнего майкопа не установлено.

В песчанистых образованиях зеленчукского горизонта (средний майкоп) в пределах Азово-Кубанского (западнее р. Урупа) и Терско-Кумского (в Затеречной равнине) артезианских бассейнов вскрыты мощные притоки самоизливающихся вод хлоридно-натриевого и хлоридно-гидрокарбонатно-натриевого состава, с минерализацией 25—70 *г/л*.

Водоносность нижнемайкопских отложений (хадумский горизонт) установлена при бурении скважин на нефть (М. В. Мирошников и Г. М. Сухарев, 1963 г.) на Ставропольском поднятии, в районах Датыхской и Беноевской антиклиналей (Черные горы). При опробовании водоносных пластов песков и песчаников из скважин получены самоизливы минерализованных вод (29—42 *г/л*) с незначительными дебитами. К средней части хадума, сложенного пачкой мергелей (остракодовый горизонт), также приурочен напорный водоносный горизонт (местами скважины фонтанируют). В зоне глубокого погружения его воды насыщены углеводородными газами, среди которых преобладает метан (92—99%). Увеличение минерализации вод происходит в направлении падения пластов.

Область питания водоносных горизонтов расположена в зоне выходов образований майкопской серии на дневную поверхность. Питание их осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод. По В. Н. Корценштейну (1960), область питания описываемого горизонта расположена в пределах моноклинали Северного Кавказа и в районах Краснодарской нефтяной провинции (станиц Губской, Хамкетинской, Абадзехской и городов — Нефтегорска и Хадыженска). В пределах последней к отложениям среднего, нижнего и местами нерасчлененного майкопа приурочены выходы родников. Дебиты их изменяются от тысячных долей до 8 *л/сек*, преобладающее количество родников имеет дебиты до 1 *л/сек*. Минерализация их составляет 0,5—27 *г/л*. Пресные воды родников (до 1 *г/л*) отмечены в западной и центральной частях предгорий на абсолютных высотах 420—860 *м*. Дебиты их изменяются от 0,05 до 0,5 *л/сек*, жесткость вод — от 2 до 9 *мг·экв/л*. По химическому составу воды их относятся к сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-натриевым и натриево-кальциевым, хлоридно-натриевым и гидрокарбонатно-хлоридно-натриевым. Родники с водами повышенной (1—3 *г/л*) и высокой (10—20 *г/л*) минерализации зафиксированы в предгорной части Северного Кавказа. Дебиты их варьируют от тысячных долей до 5 *л/сек*, причем преобладают дебиты 0,2—0,45 *л/сек*. Жесткость вод изменяется от 3 до 130 *мг·экв/л*. По химическому составу воды с повышенной минерализацией различны, преобладающими среди них являются воды сульфатной группы. Для

Таблица 22

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений среднего миоцена (N_1^2) в области погружения

Номер водопункта на карте	Местоположение скважины	Абсолютная отметка устья скважины, *м*	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), Установившийся уровень воды (знаменатель), *м*	Дебит скважины, *л/сек* (числитель) понижение, *м* (знаменатель)	Удельный дебит, *л/сек*	Сухой остаток, *мг/л*	Жесткость воды *мг-экв/л*	Содержание ионов (числитель—в *мг/л* знаменатель—в %-экв)						Формула Курлова
									$Cl^{'}$	$SO_4^{''}$	$HCO_3^{'}$	$Na^{'}+K^{'}$	$Mg^{''}$	$Ca^{''}$	
	Краснодарский край														
	Конкский горизонт														
1	В 10,5 *км* к ССЗ от станицы Вознесенской	350	Пески	461/—	0,5/—	—	552	4,6	40/10	137/30	357/60	119/52	29/24	45/24	$M_{0,6}\frac{HCO^3_{36}SO^4_{30}Cl_{16}}{(Na+K)_{52}Mg_{24}Ca_{24}}$
	Карганский горизонт														
5	В 2,3 *км* к ЮЮЗ от станицы Холмской	122	Мергели	701/—	—	—	14 588	17,7	5540/63	39/1	5610/36	5488/93	140/5	123/2	$M_{14,2}\frac{Cl_{63}HCO^3_{36}SO^4_1}{(Na+K)_{93}Mg_5Ca_2}$
15	В 6 *км* к СВ от станицы Ново-Титаровской	15	Мергели, доломиты	1889/Фонт.	0,45/Самоизлив.	—	14 264	8	6072/70	555/4	3977/26	5518/97	44/1	86/2	$M_{14,3}\frac{Cl_{70}HCO^3_{26}SO^4_4}{(Na+K)_{97}Ca_2Mg_1}$
20	В 1,2 *км* к В от станицы Тульской	480	Пески, песчаники	177/+10	2,8/30	0,09	1 070	3,19	30/5	384/45	531/50	330/80	18/9	34/11	$M_{1,0}\frac{HCO^3_{50}SO^4_{45}Cl_5}{(Na+K)_{80}Ca_{11}Mg_9}$
23	Станица Костромская	340	Пески, мергели	73/17	1,6/40	0,04	640	3	65/17	156/31	354/52	181/71	24/19	21/10	$M_{0,6}\frac{HCO^3_{52}SO^4_{31}Cl_{17}}{(Na+K)_{71}Mg_{19}Ca_{10}}$
55	В 8 *км* к ССВ от свх. «Большевик»	63,8	Пески	161/10	0,7/20	0,35	21 926	43,3	12 411/93	737/4	746/3	7700/88	83/2	729/10	$M_{21,9}\frac{Cl_{93}SO^4_4HCO^3_3}{(Na+K)_{88}Ca_{10}Mg_2}$
56	Село Первомайское	70	.	245,5/24	0,8/20	0,04	5 628	9,9	2117/60	778/16	1269/24	1995/90	14/1	176/9	$M_{5,6}\frac{Cl_{60}HCO^3_{24}SO^4_{16}}{(Na+K)_{90}Ca_{9}Mg_1}$

59	В 1,2 км к СЗ от с. Петровского	134,5	Пески, песчаники	90/20	1/44	0,023	4 300	3,4	1719/62	11/1	1684/37	1672/94	30/4	19/2	$M_{4,3}$	$\frac{Cl_{62}HCO^3_{37}SO^4_1}{(Na+K)_{94}Mg_4Ca_2}$
				125/28	0,5/47	0,01	5 780	4,2	2722/76	31/1	1403/23	2218/96	37/3	22/1	$M_{5,8}$	$\frac{Cl_{76}HCO^3_{23}SO^4_1}{(Na+K)_{96}Mg_3Ca_1}$
				157/28	0,05/89	0,0005	5 650	5,3	3223/94	110/2	244/4	2118/95	47/4	28/1	$M_{5,6}$	$\frac{Cl_{94}HCO^3_4SO^4_2}{(Na+K)_{95}Mg_4Ca_1}$

Чокракский горизонт

66	В 14—15 км на юг от пос. Тахта	150	Пески, мергели	282/80	–	–	10 600	15,6	5840/89	319/4	723/7	3771/92	140/4	156/4	$M_{10,6}$	$\frac{Cl_{90}HCO^3_7SO^4_4}{(Na+K)_{92}Mg_4Ca_4}$
71	В 0,5 км к востоку от с. Алексеевского	171,57	Песчаники	398/73	0,11/–	–	12 080	22,42	6840/96	34/1	295/3	5719/87	12/1	612/12	$M_{12,1}$	$\frac{Cl_{96}HCO^3_3SO^4_1}{(Na+K)_{87}Ca_{12}Mg_1}$

Кабардино-Балкарская АССР

Чокракский горизонт

81	В 3,5 км к ЮЗ от г. Нальчика, с. Долинское	547	Мергели и пески	575/+42	0,17/44	0,004	605	3,6	51/14	135/28	355/58	119/59	16/14	46/27	$M_{0,6}$	$\frac{HCO^3_{53}SO^4_{28}Cl_{14}}{(Na+K)_{58}Ca_{27}Mg_{14}}$
				900/+41,5	1,02/41,5	0,024	552	7	12/3	116/25	424/72	57/26	22/19	106/55	$M_{0,6}$	$\frac{HCO^3_{72}SO^4_{25}Cl_3}{Ca_{55}(Na+K)_{26}Mg_{19}}$

Чечено-Ингушская АССР

Караганский горизонт

84	Село Ср. Ачалуки	415,8	„	172/Фонт.	–	–	4146	2,2	1800/60	821/18	1172/22	901/95	9/2	29/3	$M_{4,1}$	$\frac{Cl_{60}HCO^3_{22}SO^4_{18}}{(Na+K)_{95}Ca_3Mg_2}$
				179/Фонт.	0,03/–	–	3 070	13,7	576/31	1110/44	806/35	893/74	71/11	157/15	$M_{3,1}$	$\frac{SO^4_{44}Cl_{31}HCO^3_{25}}{(Na+K)_{74}Ca_{15}Mg_{11}}$
				219/Фонт.	0,3/–	–	2 740	1,64	117/7	23/1	2868/92	1138/95	6/2	23/3	$M_{2,7}$	$\frac{HCO^3_{92}Cl_7SO^4_1}{(Na+K)_{95}Ca_3Mg_2}$

Номер по каталогу на карте	Местоположение скважины	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологическая состав вскрытых пород	Глубина залегания подземных вод, м / Дебит, л/сек (дебит, м³/сут)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, г/л	Жесткость воды, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в %-экв) Cl	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Na+K	Mg	Ca	Формула Курлова
				266 / Фонт	—	—	4 830	3,58	540 / 19	1 772 / 47	1648 / 34	1 745 / 35	18 / 2	43 / 3	$M_{4,8}\frac{SO^4_{37}HCO^3_{34}Cl_{29}}{(Na-K)_{95}Ca_3Mg_2}$
				326 / 9,5	1,67 / —	—	2 100	1,72	300 / 45	48 / 2	1233 / 53	506 / 94	4 / 1	29 / 5	$M_{2,1}\frac{HCO^3_{53}Cl_{45}SO^4_2}{(Na+K)_{94}Ca_5Mg_1}$

Чокракский горизонт

89	В 1,8 км к СВ от ж д ст Самашкинская	375	Мергели и пески	1850 / 6	—	—	1 358	2,04	198 / 25	265 / 24	700 / 51	460 / 90	4 / 1	43 / 9	$M_{1,5}\frac{HCO^3_{51}Cl_{45}SO^4_{24}}{(Na+K)_{91}Ca_6Mg_1}$
				1939 / 80	—	—	1 683	1,3	198 / 21	535 / 41	636 / 38	592 / 92	6 / 3	17 / 5	$M_{1,5}\frac{SO^4_{41}HCO^3_{38}Cl_{21}}{(Na+K)_{92}Ca_5Mg_3}$
				1976 / 70	—	—	1 737	3,1	247 / 20	525 / 41	639 / 39	600 / 88	13 / 4	40 / 8	$M_{1,7}\frac{SO^4_{41}HCO^3_{39}Cl_{20}}{(Na+K)_{88}Ca_8Mg_4}$
				2112 / 60	—	—	2 639	1,9	692 / 12	101 / 7	1480 / 51	1 012 / 95	11 / 2	20 / 3	$M_{2,6}\frac{HCO^3_{51}Cl_{42}SO^4_7}{(Na+K)_{95}Ca_3Mg_2}$

Дагестанская АССР

Чокракский горизонт

93	Город Буйнакск, консервный завод	135	Песчаники, аргиллиты	2,6 / 0,64	0,07 / —	—	123 120	78,5	16 495 / 26	63 471 / 73	394 / 1	28 328 / 55	9156 / 43	646 / 2	$M_{11,3}\frac{SO^4_{25}Cl_{56}HCO^3_{19}}{(Na+K)_{35}Mg_{43}Ca_2}$

				79,8 / 0,34	0,08 / –	–	101 000	561	18 015 / 32	51 639 / 67	940 / 1	23 786 / 65	6542 / 33	513 / 2	$M_{101,6}$	$\frac{SO^4_{67}Cl_{32}HCO^3_1}{(Na+K)_{66}Mg_{32}Ca_2}$
				175,5 / -3,6	0,17 / –	–	2 700	17	416 / 28	1 277 / 60	312 / 12	608 / 60	143 / 28	105 / 12	$M_{2,7}$	$\frac{SO^4_{60}Cl_{28}HCO^3_{12}}{(Na+K)_{60}Mg_{28}Ca_{12}}$
				187,2 / +5	5 / –	–	836	7,4	80 / 17	288 / 45	318 / 38	139 / 45	36 / 22	83 / 33	$M_{0,8}$	$\frac{SO^4_{45}HCO^3_{38}Cl_{17}}{(Na+K)_{45}Ca_{38}Mg_{22}}$
95	В 11 км к СВ от с. Касумкент	200	Мергели, песчаники	1375 / Фонт.	13,9 / –	–	9 597	8,2	5 491 / 94	94 / 1	195 / 5	3 611 / 95	16 / 1	137 / 4	$M_{9,6}$	$\frac{Cl_{91}HCO^3_5SO^4_1}{(Na+K)_{95}Ca_4Mg_1}$
98	В 8 км к ЮВ от ж.-д. ст. Каякент	–	Песчаники	1483 / –	31 / Самоизлив.	–	22 570	31,71	9 797 / 84	145 / 1	1754 / 15	14 / 1	40 / 1	11696 / 98	$M_{22,6}$	$\frac{Cl_{84}HCO^3_{15}SO^4_1}{Ca_{49}Mg_{11}(Na+K)_1}$
99	В 18 км к Ю от ж.-д. ст. Каякент	17,16	»	1732 / –	8,9 / Самоизлив.	–	2 140	–	362 / 24	715 / 45	793 / 31	968 / 98	– / 1	– / 1	$M_{2,4}$	$\frac{SO^4_{45}HCO^3_{31}Cl_{24}}{(Na+K)_{99}Mg_1Ca_1}$
103	В 19 км к ВЮВ от г. Буйнакска	410	»	261 / +10,95	1,13 / 8,5	0,17	4 180	33,71	247 / 11	2 272 / 74	598 / 15	692 / 50	275 / 32	224 / 18	$M_{4,2}$	$\frac{SO^4_{74}HCO^3_{15}Cl_{11}}{(Na+K)_{50}Mg_{32}Ca_{18}}$

вод высокой минерализации характерно высокое содержание хлоридов. Температура вод родников изменяется от 9 до 30° С, но в подавляющем большинстве не превышает 10—16° С. В Черкесском районе Ставропольского края воды отложений среднего майкопа (зеленчукский горизонт) местным населением используются для питьевого и хозяйственного водоснабжения. Однако воды родников ввиду малодебитности, высокой минерализации и большой их жесткости служить источником для целей питьевого и хозяйственного водоснабжения не могут.

В напорной зоне местами скважины самоизливаются. Пьезометрические уровни устанавливаются на глубинах от 0,5 до 300 *м* ниже устьев их. Напорные водоносные горизонты майкопа вскрыты скважинами на глубинах от 180 *м* (с. Коноково) до 3000 *м* (станица Холмская) в Азово-Кубанском артезианском бассейне; от 40 *м* (хутор Терновский) до 1200 *м* (с. Ново-Благодарненское) на Ставропольском поднятии и от 2000 *м* (Озек-Суатская разведочная площадь) до 2500 *м* (Георгиевская опорная скважина) в Терско-Кумском артезианском бассейне. Дебиты скважин колеблются от 0,00008 до 32 *л/сек*, но в большинстве случаев не превышают 0,3 *л/сек*; удельные дебиты варьируют от 0,001 до 0,8 *л/сек*, редко превышая 0,2 *л/сек*. Минерализация вод отложений майкопа в напорной зоне изменяется от 1 до 71 *г/л*, причем наблюдается увеличение ее в направлении падения пластов. Увеличение минерализации связано с повышением глинистости пород. По химическому составу воды относятся в основном к хлоридной и сульфатной группам. Температуры их колеблются в пределах 29—133° С. Движение вод происходит в северо-западном (в сторону Азовского моря), северном (к Каспийскому морю) направлениях (рис. 16). Разгрузка напорных вод осуществляется лишь посредством искусственного дренажа водоносных горизонтов глубокими скважинами. Воды отложений майкопской серии, повсеместно имеющие высокую минерализацию и большую жесткость, для питьевого и хозяйственного использования непригодны. На некоторых нефтегазоносных площадях они могут представлять интерес как источник сырья для промышленности (йодо-бромные и бороносные воды). Одной из особенностей вод майкопских отложений является их газонасыщенность. Наиболее газонасыщены воды хадумского горизонта, содержание метана в которых обычно колеблется от 95 до 99%. По данным Г. М. Сухарева и М. В. Мирошникова (1963), в районе Датых (Терско-Дагестанская нефтегазоносная область) газовый состав вод майкопа следующий: метана до 95,3%, тяжелых углеводородов до 3,8%, углекислого газа 0—1,1% и азота 0,8—11,9%. Содержание в них аргона незначительное. Обогащение газов азотом (очевидно за счет распада органических веществ) проявляется отчетливо, гелиеносность вод несколько повышена (табл. 23, 24).

Водоносный комплекс эоцен-палеоценовых отложений (Pg_{1+2})

Водоносный комплекс эоцен-палеоценовых отложений заключает в себе три водоносных горизонта: фораминиферовых слоев, свиты Горячего Ключа и эльбурганской свиты (аналогами последней являются: свита Цице в пределах Краснодарского края и ессентукская свита в районе Кавказских Минеральных Вод). Глубины залегания водоносных горизонтов варьируют в широких пределах, достигая максимальных значений (до 2800 *м*) в погруженных частях Азово-Кубанского, Терско-Кумского и Дагестанского артезианских бассейнов. Движение вод происходит от области питания, расположенной в предгорьях в северо-западном, северном и северо-восточном направлениях. Описа-

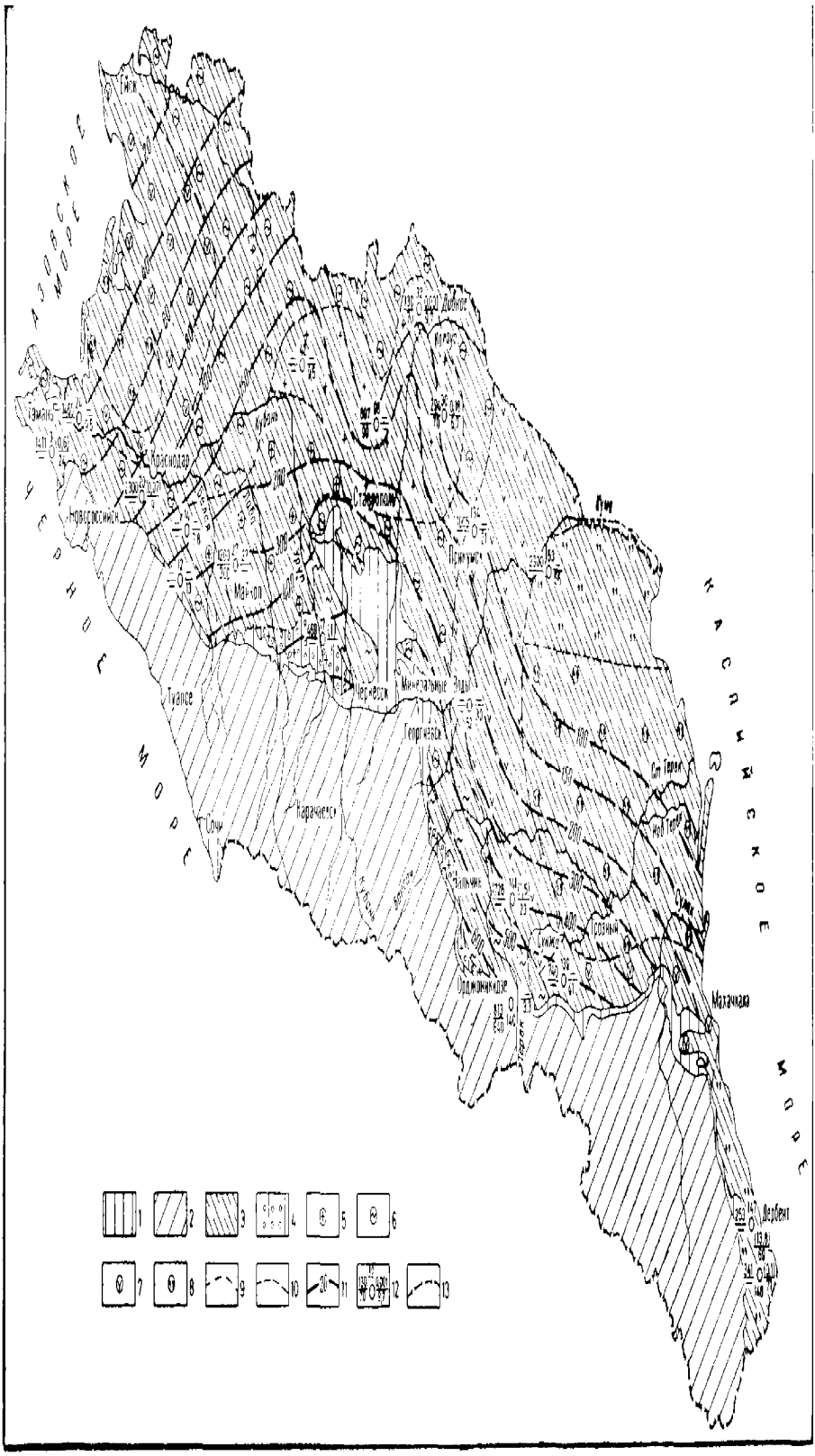


Рис 16. Схематическая карта пьезоизогипс и химического состава вод отложений майкопской серии (Составил Н. С. Погорельский)

1 – область поверхностного распространения отложений майкопской серии, 2 – область развития более древних отложений

Ионный состав вод 3 – хлоридно-натриевый; 4 – воды пестрые по составу

Минерализация вод г/л: (знаки в кружках – по предположению); 5 – от 3 до 10; 6 – от 10 до 20 (знаки в кружках – по предположению); 7 – от 20 до 50 (знаки в кружках – по предположению); 8 – более 50 (знаки в кружках – по предположению); 9 – границы гидрохимических зон; 10 – границы зон с различной минерализацией

Прочие обозначения: 11 – пьезоизогипсы, абс. отм.; 12 – вверху номер скважины; слева: числитель – отметка кровли водоносного горизонта, м; знаменатель – абс отметка пьезометрического уровня, м; справа: числитель – удельный дебит (в скобках – дебит), л/сек, знаменатель – минерализация, г/л; 13 – граница территории Северного Кавказа

Таблица 23

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений майкопской серии ($Pg_3 - N_1mk$) в области открытого залегания

Номер водопункта на карте	Местоположение родника	Абсолютная отметка места выхода родника, м	Литологический состав водоносящих пород	Дебит, л/сек	Температура воды, С	Сухой остаток, мг/л	Жесткость, мг экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в % экв)						Формула Курлова
								Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3	Na+K	Mg	Ca	
	Краснодарский край													
	Майкопская серия													
1	В 7,3 км к ЮЮВ от окраины станицы Засовской	430	Пески	0,5	16	466	4,34	34/12	168/45	207/43	82/45	17/18	60/37	$M_{0,5}\frac{SO^4_{46}HCO^3_{43}Cl_{12}}{(Na+K)_{45}Ca_{37}Mg_{18}}$
3	Юго-западная окраина хут Пролетарского	420	„	0,1	15	746	9,07	69/20	291/47	284/33	83/29	33/21	128/50	$M_{0,7}\frac{SO^4_{47}HCO^3_{33}Cl_{20}}{Ca_{50}(Na+K)_{29}Mg_{21}}$
4	В 1 км к югу от станицы Хамкетинской	520	Пески, глины	Просачивание	—	2 501	9,5	68/5	1607/85	253/10	540/55	33/14	137/31	$M_{2,5}\frac{SO^4_{85}HCO^3_{10}Cl_5}{(Na+K)_{55}Ca_{31}Mg_{14}}$
7	В 10,5 км к СЗ от пос Кучугуры	25	Глины	0,009	—	4 435	25,52	806/31	1774/51	756/18	1 060/64	162/19	244/17	$M_{4,4}\frac{SO^4_{51}Cl_{31}HCO^3_{18}}{Na_{64}Mg_{18}Ca_{17}}$
	Ставропольский край													
	Средний майкоп (зеленчукский горизонт)													
9	В 12,8 км к СВ от хут Холодного	570	Песчаники	Незнач	—	1 997	18,2	353/30	825/32	359/18	341/45	100/25	200/30	$M_{1,9}\frac{SO^4_{52}Cl_{30}HCO^3_{18}}{(Na+K)_{45}Ca_{30}Mg_{25}}$
11	В 1,2 км к северу от г Черкесска	500	Пески, песчаники	1	—	2 107	2,85	502/40	559/34	341/26	732/92	20/5	24/3	$M_{2,1}\frac{Cl_{40}SO^4_{34}HCO^3_{26}}{(Na+K)_{92}Mg_5Ca_3}$
	Майкоп (нерасчлененный)													
16	В 1 км к ЮЗ от ж-д ст Канглы	300	Галечники	0,02	16	8 677	52,4	729/15	5233/82	269/3	1 875/61	384/23	417/16	$M_{8,7}\frac{SO^4_{82}Cl_{15}HCO^3_3}{(Na+K)_{61}Mg_{23}Ca_{16}}$

18	В 4,3 км к СЗ от станицы Суворовской	440	„	0,035	—	18 213	114,1	5 242 / 50	6948 / 48	341 / 2	4 227 / 62	1021 / 28	665 / 10	$M_{18,2}$	$\frac{Cl_{50}SO^4_{43}HCO^3_2}{(Na+K)_{62}Mg_{28}Ca_{10}}$

Кабардино-Балкарская АССР

Майкоп (нерасчлененный)

21	В 5,3 км к ЮВ от с. Заюково	860	Песчаники	0,08	11	380	2,4	259 / 73	23 / 4	113 / 23	177 / 76	6 / 5	38 / 19	$M_{0,6}$	$\frac{Cl_{73}HCO^3_{22}SO^4_4}{(Na+K)_{78}Ca_{16}Mg_6}$

Чечено-Ингушская АССР

Майкоп (нерасчлененный)

22	В 4,7 км к ВСВ от с. Датых	600	Пески, глины	Малый	—	27 480	17,4	16 212 / 97	—	720 / 3	10 384 / 96	18 / 1	318 / 3	$M_{29,5}$	$\frac{Cl_{97}HCO^3_3}{(Na+K)_{99}Ca_3Mg_1}$
23	В 3 км к ЮЮВ от с. Мужичи	730	„	0,047	—	1 795	14,9	11 / 2	1255 / 98	—	265 / 41	199 / 31	119 / 22	$M_{1,8}$	$\frac{SO^4_{56}Cl_{42}}{(Na+K)_{48}Mg_{34}Ca_{22}}$

Дагестанская АССР

Хадумский горизонт

24	В 20 км к ЮВ от с. Капчугай	440	Мергели	0,04	12	1 534	17,59	48 / 7	617 / 60	458 / 33	109 / 21	81 / 30	219 / 49	$M_{1,3}$	$\frac{SO^4_{60}HCO^3_{33}Cl_7}{Ca_{49}Mg_{30}(Na+K)_{21}}$

Майкоп (нерасчлененный)

26	В 10 км к ЮВ от с. Капчугай	215	Глины	0,018	11	1842	46,25	236 / 9	2950 / 81	458 / 10	667 / 38	242 / 26	528 / 36	$M_{1,8}$	$\frac{SO^4_{51}HCO^3_{19}Cl_{30}}{(Na+K)_{56}Ca_{36}Mg_{26}}$
32	Курорт Тагги, в долине р. Черкес-Озень	170	„	0,1	13	1 600	5,92	347 / 32	414 / 28	736 / 40	359 / 66	74 / 26	37 / 8	$M_{1,6}$	$\frac{HCO^3_{42}Cl_{32}SO^4_{26}}{(Na+K)_{66}Mg_{26}Ca_8}$
33	В 2 км к СВ от курорта Тагги	190	„	—	30	5 450	26,49	2 299 / 69	747 / 17	795 / 14	1 533 / 72	86 / 8	339 / 20	$M_{5,4}$	$\frac{Cl_{69}SO^4_{17}HCO^3_{14}}{(Na+K)_{72}Ca_{20}Mg_8}$

Таблица 24

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений майкопской серии ($N_1 - Pg_3mk$) в области погружения

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водоносных пород	Глубина появления воды (числитель), установившийся уровень (знаменатель)	Дебит скважины, л/сек	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель – в мг/л, знаменатель – в %-экв)						Формула Курлова
									Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	$Na^+ + K^+$	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
	Краснодарский край														
	Майкоп (нерасчлененный)														
3	В 3 км к ЮВ от с. Витязево	40	Пески, песчаники	1411 / Фонт.	0,6	–	24 709	28,1	14 964 / 98	55 / 1	268 / 1	8 955 / 91	250 / 5	351 / 4	$M_{24,7}\frac{Cl_{98}SO^4_1HCO^3_1}{(Na+K)_{91}Mg_5Ca_4}$
				1587 / Фонт.	2,08	–	17 738	22,1	10 708 / 98	46 / 1	317 / 1	6 564 / 92	142 / 4	220 / 4	$M_{17,7}\frac{Cl_{98}SO^4_1HCO^3_1}{(Na+K)_{92}Mg_4Ca_4}$
8	В 2,25 км к СВ от г. Хадыженска	178,51	Пески, песчаники, конгломераты	1036,6 / –	0,23	–	7 462	3,3	3 260 / 71	– / 4	1920 / 25	2 862 / 97	40 / 2	16 / 1	$M_{7,5}\frac{Cl_{71}HCO^3_{25}SO^4_4}{(Na+K)_{97}Mg_2Ca_1}$
11	В 0,8 км к СВ от пос. Кутаис	186,8	Пески, песчаники	853 / –	0,02	–	20 834	41	12 640 / 98	–	274 / 2	7 372 / 88	230 / 5	460 / 7	$M_{20,9}\frac{Cl_{98}HCO^3_2}{(Na+K)_{88}Ca_7Mg_5}$
14	В 10,5 км к СЗ от станицы Саратовской	94	Пески, песчаники, конгломераты	2140 / –	–	–	7 799	57	3 085 / 64	41 / 1	2028 / 35	2 991 / 96	31 / 2	64 / 2	$M_{7,8}\frac{Cl_{64}HCO^3_{35}SO^4_1}{(Na+K)_{96}Mg_2Ca_2}$
16	В 6 км к ЮВ от ж.-д. ст. Крымская	50	Глины	1064 / –	0,05	–	5 225	14,1	2 960 / 92	50 / 1	390 / 7	1 766 / 84	26 / 3	238 / 13	$M_{5,2}\frac{Cl_{92}HCO^3_7SO^4_1}{(Na+K)_{84}Ca_{13}Mg_3}$

Ставропольский край

Верхний майкоп

29	В 21,3 км к СВ от с Воздвиженского	337	Пески	306,5 / 0,5	0,11	0,0018	15 880	58,93	8 422 / 86	1288 / 10	677 / 4	4 989 / 79	519 / 11	325 / 10	$M_{15,8}$	$\frac{Cl_{85}SO^4_{10}HCO^3_4}{(Na+K)_{79}Mg_{11}Ca_{10}}$
30	В 13 км к ЮЗ от с Рагули	88,5	Глины	294,5 / 18	3	0,188	6 728	5,61	3 394 / 79	30 / 5	1159 / 16	2 580 / 94	26 / 1	52 / 5	$M_{6,7}$	$\frac{Cl_{79}HCO^3_{15}SO^4_6}{(Na+K)_{94}Ca_5Mg_1}$
32	В 9 км к СЗ от с Дербетовки	81,1	Пески	130 / 11	0,049	0,001	9 736	18,45	5 476 / 92	44 / 1	732 / 7	3 423 / 89	170 / 9	76 / 2	$M_{9,7}$	$\frac{Cl_{92}HCO^3_7SO^4_1}{(Na+K)_{88}Mg_9Ca_2}$

Средний майкоп (зеленчукский горизонт)

51	Район г Черкесска, в 22,5 км к ЮВ от пос Котляревского	560	Пески	51,5 / 25,7	1,5	0,1	2 265	18,5	306 / 23	1040 / 59	384 / 18	408 / 48	90 / 21	229 / 31	$M_{2,3}$	$\frac{SO^4_{50}Cl_{23}HCO^3_{18}}{(Na+K)_{48}Ca_{31}Mg_{21}}$

Нижний майкоп

52	Отказненская разв площадь	—	»	2420 / —	—	—	29 960	26,91	17 547 / 95	83 / 1	1366 / 4	11 295 / 95	108 / 2	361 / 3	$M_{29,9}$	$\frac{Cl_{96}HCO^3_3SO^4_1}{(Na+K)_{95}Ca_3Mg_2}$
59	Озек-Суатская разв площадь	—	»	2300 / —	—	—	50 546	147,33	30 780 / 98	109 / 2	—	16 727 / 84	85 / 1	2813 / 15	$M_{50,5}$	$\frac{Cl_{98}SO^4_2}{(Na+K)_{84}Ca_{15}Mg_1}$

Хадумский горизонт

62	Село Ипатово	135,2	Алевролиты	725 / +7,48	1,1	0,3	40 108	54,3	23 238 / 97	543 / 2	265 / 1	14 202 / 90	655 / 8	262 / 2	$M_{40,1}$	$\frac{Cl_{97}SO^4_2HCO^3_1}{(Na+K)_{90}Mg_8Ca_2}$
70	Село Пелагиада	256,5	Алевролиты	770 / 129	0,97	0,048	21 776	12,5	12 721 / 95	34 / 1	803 / 4	8 320 / 96	45 / 1	164 / 3	$M_{21,8}$	$\frac{Cl_{95}HCO^3_4SO^4_1}{(Na+K)_{95}Ca_3Mg_1}$
78	Станица Расшеватская	101,32	Песчаники, алевролиты	1093 / 24,6	0,008	—	13 712	6,48	7 300 / 89	997 / 10	167 / 1	5 188 / 97	15 / 1	106 / 2	$M_{13,7}$	$\frac{Cl_{89}SO^4_{10}HCO^3_1}{(Na+K)_{97}Ca_2Mg_1}$

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водоносных пород	Глубина появления воды (числитель), уровень установившийся (знаменатель), м	Дебит скважины, л/сек	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в % экв) Cl	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Na+K	Mg	Ca	Формула Курлова
81	В 6 км к западу от с Труновского	126,4	Алевролиты	734/+3	—	—	35 690	82,6	21 073/98	490/2	—	12 532/90	51/1	15,24/9	$M_{35,7}\frac{Cl_{98}SO_2}{(Na+K)_{90}Ca_9Mg_1}$
101	Георгиевская разв площадь, скв 1 (опорная)	243,6	»	547/Фонт	0,11	—	38 000	28,17	22 006/95	575/2	1086/3	11 319/96	62/1	469/3	$M_{38,0}\frac{Cl_{95}HCO_3^-{}_3SO_2^-{}_2}{(Na+K)_{96}Ca_3Mg_1}$
102	В 55 км к западу от с Московского	159,5	Пески	640/Фонт	1,08	—	58 177	42,51	31 225/95	189/1	726/4	22 739/95	19/1	842/4	$M_{58,2}\frac{Cl_{95}HCO_3^-{}_4SO_1^-{}_1}{(Na+K)_{95}Ca_4Mg_1}$
	Чечено Ингушская АССР														
	Майкоп (нерасчлененный)														
139	Датыхское нефтяное месторождение	—	Песчаники	740/—	—	—	40 852	44,8	21 467/98	123/1	488/1	15 205/91	131/1	682/5	$M_{40,8}\frac{Cl_{98}SO_1^-{}_1HCO_1^-{}_1}{(Na+K)_{94}Ca_5Mg_1}$
	Северо Осетинская АССР														
	Майкоп (нерасчлененный)														
141	Заманкульская разв площадь		»	1728/—	1,48	—	23 900	—	—/93	—/6	—/1	—/95	—/1	—/4	$M_{23,9}\frac{Cl_{95}SO_1^-{}_4HCO_1^-{}_1}{(Na+K)_{95}Ca_4Mg_1}$
147	В куполе Дагогенской структуры	24	Мергели	253/Фонт	13,8	—	67 680	75,13	41 073/98	—	854/2	21 833/92	246/3	1102/5	$M_{67,7}\frac{Cl_{98}HCO_3^-{}_2}{(Na+K)_{92}Ca_5Mg_3}$
	Кабардино-Балкарская АССР														
	Майкоп (нерасчлененный)														
138	Село Долинское	543	Пески	1016/—50	1,9	0,038	1 095	1,2	411/61	1/1	443/38	391/94	7/3	12/3	$M_{1,1}\frac{Cl_{61}HCO_3^-{}_{38}SO_1^-{}_1}{(Na+K)_{94}Mg_3Ca_3}$

ние отдельных водоносных горизонтов приводится ниже для всей территории Северного Кавказа без выделения гидрогеологических районов (рис. 17).

Водоносность фораминиферовых слоев. Описываемые образования представлены преимущественно мергелями и реже песками и алевритами, водообильность которых зависит от трещиноватости пород. К наиболее водообильным относятся отложения верхней и средней частей фораминиферовых слоев — мергели белоглинской и бурой свит (аналогами последних в районе КМВ являются соответственно киркильская и кумская свиты). Нижняя часть разреза, представленная глинистыми мергелями и песчаниками, менее трещиновата и, следовательно, слабоводоносна.

В предгорной части территории, в области поверхностного распространения пород, к ним приурочены выходы немногочисленных родников. Дебиты их варьируют от 0,01 до 1 *л/сек* и в исключительных случаях, когда они приурочены к тектоническим нарушениям, достигают 6—23 *л/сек*. Суммарный дебит их составляет 123 *л/сек*. Воды большинства родников имеют повышенную минерализацию (1—3 *г/л*), но встречаются также пресные (до 1 *г/л*) и соленые (выше 10 *г/л*). Химический состав их довольно пестрый. На южном склоне Кавказского хребта, на территории ряда районов Краснодарского края (Анапского, Сочинского) родники, приуроченные к фораминиферовым слоям, имеют дебиты 0,001—2,3 *л/сек*. Воды их пресные гидрокарбонатно-кальциевого и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевого состава с минерализацией 0,4—1,4 *г/л* и жесткостью 6—18 *мг·экв/л*.

От зоны поверхностного распространения отложения фораминиферовых слоев погружаются в северо-восточном направлении на значительные глубины, и воды, заключенные в них, приобретают напорный характер. Глубины залегания водоносных горизонтов в наиболее погруженных частях описываемой территории (в Азово-Кубанском, Терско-Кумском и Дагестанском артезианских бассейнах) достигают 2000—2500 *м*. Скважины, вскрывшие эти водоносные горизонты, часто фонтанируют. Пьезометрические уровни устанавливаются от 12 *м* выше до 100 *м* ниже устьев скважин. Дебиты их колеблются от 0,001 до 2 *л/сек*, но в большинстве случаев не превышают 1 *л/сек*; удельные дебиты варьируют от 0,001 до 0,1 *л/сек*. Минерализация вод изменяется в пределах 0,6—50 *г/л* и более. Пресные (до 1 *г/л*) гидрокарбонатно-натриевые и гидрокарбонатно-кальциевые напорные воды вскрыты только на участках неглубокого (до 20 *м*) залегания водоносного горизонта; резкое увеличение их минерализации наблюдается к северу, востоку и западу от Минераловодского выступа.

По химическому составу напорные воды преимущественно хлоридно-натриевого, реже хлоридно-гидрокарбонатно-натриевого состава. Незначительное содержание сульфатов в соленых водах объясняется их биохимическим восстановлением с образованием сероводорода. Кроме сероводорода, в водах на территории района КМВ присутствует в значительных количествах метан, а также содержатся такие микроэлементы, как йод, бром, бор и литий. Режим подземных вод в зоне активного водообмена изменчив и зависит от времени года и количества выпадающих атмосферных осадков; в напорной зоне он сравнительно устойчив.

Воды отложений фораминиферовых слоев не представляют большого практического интереса ввиду слабой водообильности отложений и преимущественно повышенной и высокой минерализации их.

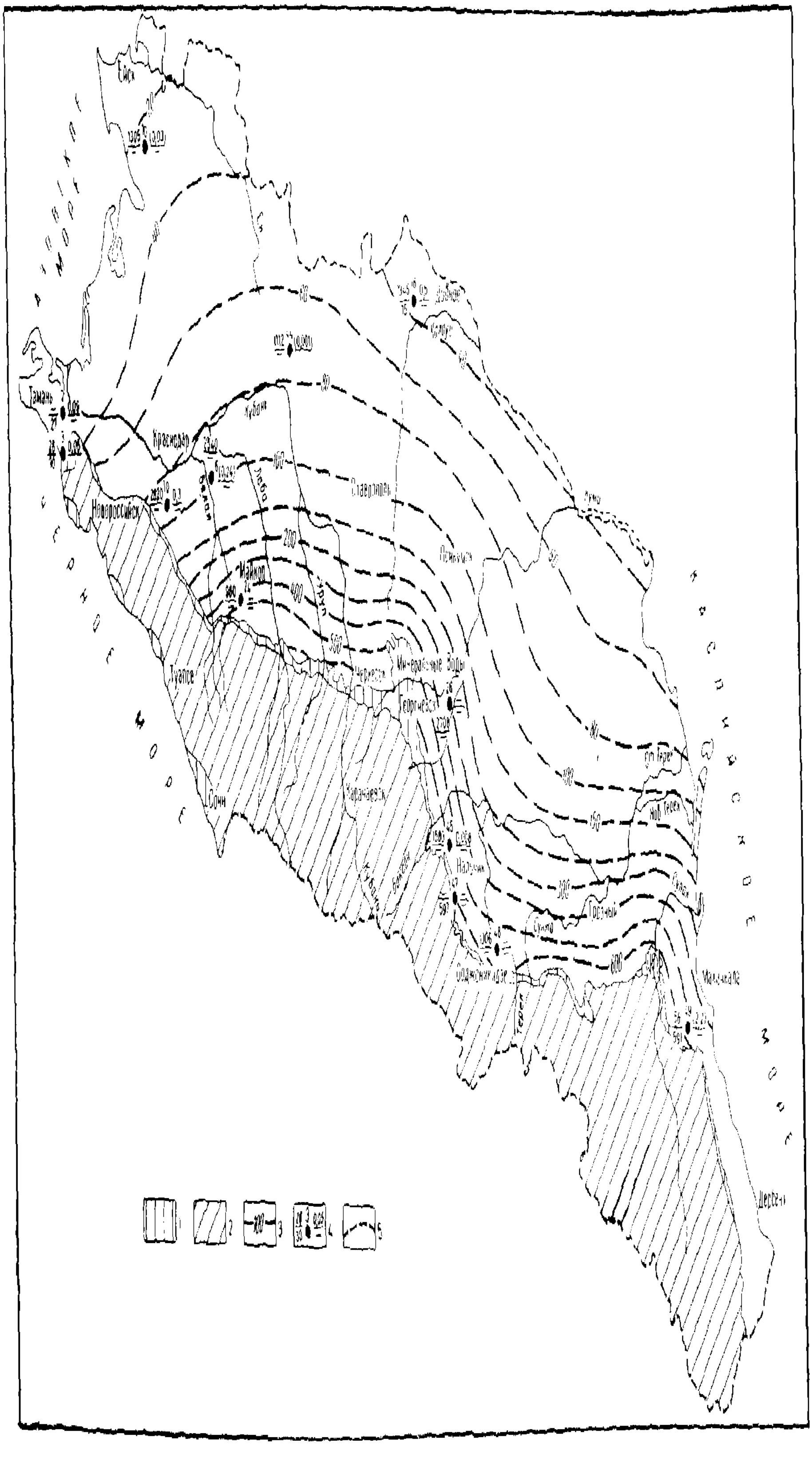


Рис. 17. Схематическая карта пьезоизогипс водоносного комплекса отложений эоцен-палеоцена (Составил Н. С. Погорельский)

1 — область поверхностного распространения отложений эоцен-палеоцена, 2 — область развития более древних отложений.

Прочие обозначения 3 — пьезоизогипсы, абс. отм.; 4 — вверху — номер скважины; слева числитель — отметка кровли водоносного горизонта, м, знаменатель — абс. отметка пьезометрического уровня, м; справа числитель — удельный дебит (в скобках — дебит), л/сек, знаменатель — минерализация, г/л; 5 — граница территории Северного Кавказа

Водоносность свиты Горячего Ключа. В отложениях свиты Горячего Ключа водоносны лишь песчаники и пески, залегающие в средней части разреза. Аргиллиты же верхней и нижней пачек вне зон тектонического дробления пород не водоносны (служат водоупорами). К области питания водоносных горизонтов приурочены выходы немногочисленных родников. Дебиты их изменяются от 0,01 до 1 *л/сек*, но чаще не превышают 0,01—0,3 *л/сек*; суммарный дебит составляет около 10 *л/сек*. Минерализация вод варьирует от 0,2 до 21 *г/л*, причем преобладают воды с повышенной минерализацией (1—3 *г/л*), а пресные воды встречаются довольно редко. Химический состав их весьма разнообразен. Температура вод варьирует от 9 до 51° С, с преобладанием холодных вод. Термальные минеральные источники встречаются в Краснодарском крае и в районе КМВ, характеристика которых приводится в специальном разделе.

В области погружения рассматриваемый водоносный горизонт вскрыт скважинами в ряде пунктов на глубинах 13—1890 *м*. Самоизливы вод приурочены к южным частям Азово-Кубанского, Терско-Кумского, Дагестанского артезианских бассейнов и к району Минераловодского выступа. Пьезометрические уровни устанавливаются от 70 *м* выше и до 73 *м* ниже устьев скважин. Удельные дебиты скважин незначительны и колеблются от 0,00003 до 0,1 *л/сек*. Минерализация вод в напорной зоне изменяется от 1 до 80 *г/л*. По химическому составу воды в основном относятся к хлоридно-натриевым, иногда с повышенным содержанием йода и брома. Спонтанные и растворенные газы представлены главным образом азотом. В районе пос. Горячий Ключ в песчаниках вскрыты минеральные сероводородные и железистые воды. Наиболее изучены воды описываемой свиты в районе Минераловодского выступа.

Для целей водоснабжения воды отложений свиты Горячего Ключа практического значения не имеют, за исключением района непосредственного развития отложений на поверхности и в условиях неглубокого их залегания, где они используются для водоснабжения мелких населенных пунктов для питьевых и хозяйственных нужд.

Воды эльбурганской свиты на описываемой территории имеют весьма ограниченное распространение и приурочены в основном к мергелям с прослоями песчаников, пескам, известнякам, алевритам и алевролитам.

По условиям циркуляции они относятся к трещинным, реже к трещинно-пластовым. В областях питания водоносных горизонтов, в предгорьях Кавказа, известны выходы немногочисленных родников с дебитами 0,0002—0,5 *л/сек* (в единичных случаях до 2 *л/сек*). Воды их имеют повышенную (1—6 *г/л*) минерализацию, но встречаются и пресные (до 1 *г/л*). Химический состав их довольно пестрый, характерно преобладание вод хлоридного характера (рис. 18).

Минеральные и термальные источники, приуроченные к описываемым образованиям, освещаются в специальных разделах.

В зоне погружения воды эльбурганской свиты вскрыты буровыми скважинами на глубинах от 13 до 2800 *м*. На большей части рассматриваемой территории они фонтанируют (избыточные напоры достигают 470 *м*). Пьезометрические уровни вод в несамоизливающихся скважинах устанавливаются на 86—220 *м* ниже устьев скважин. Удельные дебиты скважин колеблются от 0,00007 до 0,7 *л/сек*, при средних значениях 0,001—0,03 *л/сек*. Дебиты их при самоизливах изменяются от 0,01 до 22 *л/сек* (Суркульско-Кумская разведочная площадь). Минерализация вод — повышенная (1—3 *г/л*) в областях неглубокого залегания и высокая (более 50 *г/л*) в центральных частях артезианских бас-

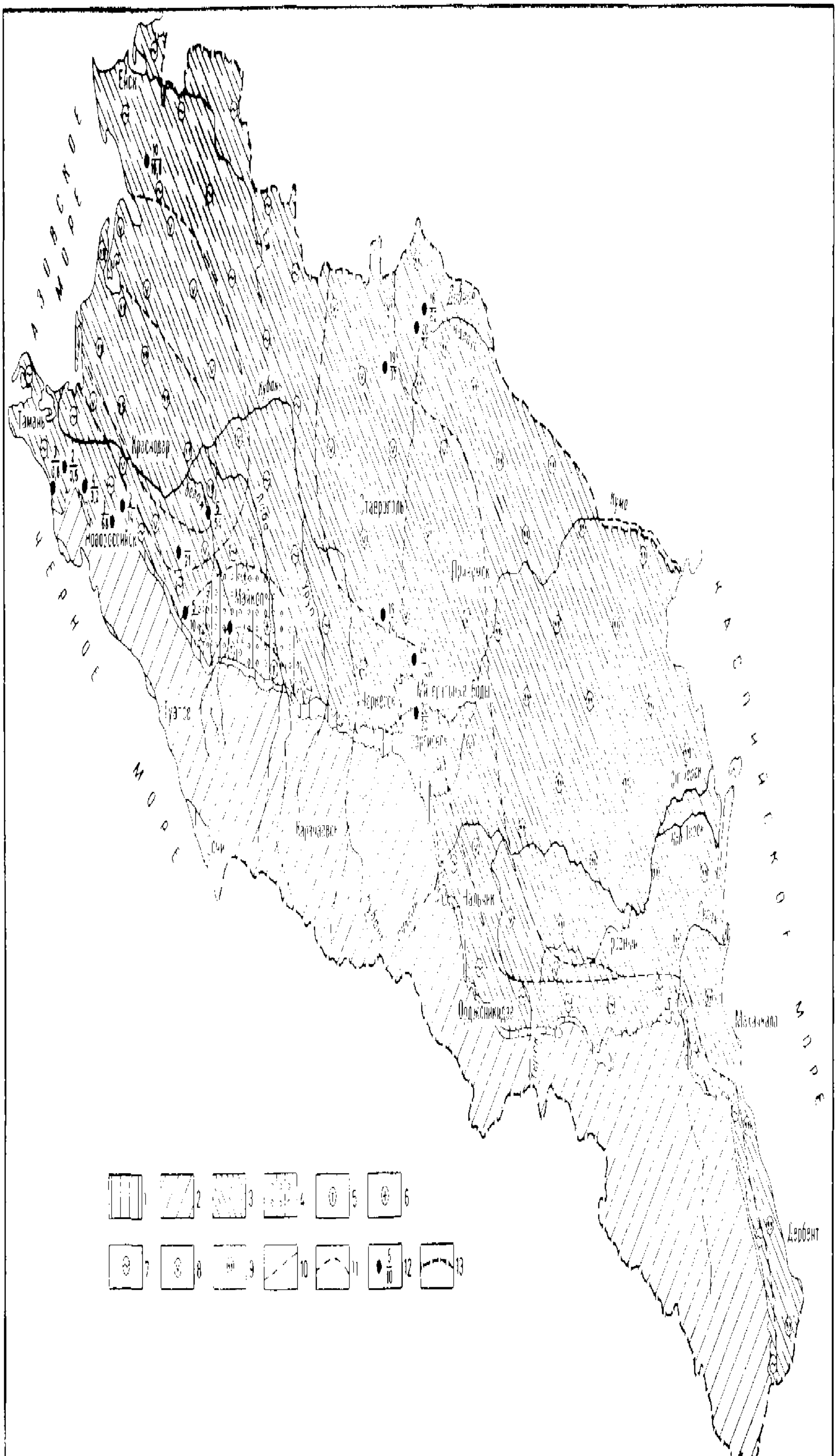


Рис. 18. Схематическая гидрохимическая карта водоносного комплекса отложений палеоцена (Составил Н. С. Погорельский)

1 — область поверхностного распространения отложений палеоцена. *2* — область развития более древних образований

Ионный состав вод. *3* — хлоридно-натриевый; *4* — воды пестрые по составу

Минерализация вод, г/л (знаки в кружках — по предположению) *5* — от 1 до 3; *6* — от 3 до 10; *7* — от 10 до 20; *8* — от 20 до 50; *9* — более 50; *10* — границы зон с различной минерализацией; *11* — граница гидрохимических зон

Прочие обозначения. *12* — числитель — номер скважины, знаменатель — минерализация, г/л; *13* — граница территории Северного Кавказа

сейнов. Воды имеют преимущественно хлоридный характер, хотя встречаются пресные разности гидрокарбонатно-натриевого состава. В районах городов Пятигорска и Железноводска в отложениях эльбурганской свиты вскрыты углекислые термальные воды с температурой до 50° С, имеющие важное бальнеологическое значение.

Пресные воды отложений эльбурганской свиты используются мелкими населенными пунктами для питьевых и хозяйственных нужд, а минеральные (углекислые) эксплуатируются на курортах Кавказских Минеральных Вод (табл. 25—30).

ВОДЫ МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Водоносный комплекс верхнемеловых отложений (Cr_3)

На большей части Центрального и Восточного Предкавказья отложения верхнего мела представлены преимущественно карбонатными породами. На территории Западного Предкавказья они выражены известняками, песками, песчаниками, глинами и мергелями. Вследствие того, что водоносность верхнемеловых отложений на большей части Северного Кавказа и Предкавказья связана с зонами развития трещин, а воды носят трещинный и трещинно-пластовый характер циркуляции, описание их приводится без разделения на отдельные водоносные горизонты, т. е. как верхнемелового водоносного комплекса в целом.

Мощность описываемых отложений изменяется от 10 до 40 *м* на Ставропольском поднятии и до 500—1000 *м* — в районах Южных Ергеней, а также на участках Песчанокопской и Ясенской опорных скважин. На территории Терско-Кумской впадины и Каневско-Челбасской зоны поднятий она составляет 200—300 *м*.

В области раскрытого залегания, на северном склоне Кавказского хребта, к верхнемеловым отложениям приурочены многочисленные родники с пресными водами. Дебиты их изменяются от нескольких до 200 *л/сек*. Наиболее высокодебитными из них являются Юцкие, Бекенез-Булагские и Верхне-Казанищенские родники. Воды их, как правило, холодные. Температура чаще составляет 4—8° С и в некоторых случаях достигает 18° С. При опробовании скважин в области глубокого погружения верхнемеловых пород (в пределах предгорных прогибов и платформенной части описываемой территории) получены притоки минерализованных вод. Дебиты скважин изменяются от долей до 231—462 *л/сек*, а в отдельных случаях достигают даже 800 *л/сек*. Наибольшие притоки вод отмечались по скважинам, пробуренным на Минераловодском выступе, в пределах моноклинали северного склона Кавказского хребта, в районах Передовых хребтов, Терско-Сунженской области и Восточной антиклинальной зоны Дагестана (на месторождениях Берекей, Дузлак, Даг-Огни). Во многих районах Ейско-Березанского вала и Ставропольского поднятия водоносный горизонт верхнего мела характеризуется низкой водообильностью (дебиты скважин не превышают 0,01—0,3 *л/сек*) (рис. 19). Температура воды на устье по отдельным скважинам изменяется от 20—50° С (в районах Минераловодского выступа) до 30—77° С и 80—100° С (в пределах полосы третичной складчатости и Терско-Кумской впадины). Абсолютные отметки пьезометрических уровней вод изменяются от 2000 до 40 *м*. Наиболее высокие отметки уровней вод характерны для районов северного склона Кавказа, Минераловодского выступа и Передовых хребтов Терско-Сунженской области. По-видимому, существование вод в районах Передовых хребтов (с абсолютными отметками пьезометрических уровней 1500—2000 *м*), напоры которых значительно превышают напоры вод,

Таблица 25

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений фораминиферовой свиты (Pg_2f) в области открытого залегания

Номер водопункта на карте	Местоположение родника	Абсолютная отметка места выхода родника, м	Литологический состав водовмещающих пород	Дебит, л/сек	Температура воды, °С	Сухой остаток, мг/л	Жесткость, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель—в мг/л, знаменатель—в % экв)						Формула Курлова
								Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Na^++K^+	Mg^{++}	Ca^{++}	
	Краснодарский край													
4	В 3 км к ЮЗ от г. Хадыженска	200	Песчаники	0,008	12	342	3,78	71 / 33	48 / 14	195 / 53	55 / 37	8 / 12	63 / 51	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{52}Cl_{33}SO^4_{14}}{Ca_{51}(Na+K)_{37}Mg_{12}}$
12	В 5,2 км к СВ от пос. Хоста	130	Мергели	0,1	12,8	360	6,58	9 / 4	5 / 1	409 / 95	11 / 7	–	131 / 93	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{95}Cl_4SO^4_1}{Ca_{93}(Na+K)_7}$
13	В 9 км к ЗЮЗ от станицы Спокойной	680	„	6,48	–	3 420	7,11	1 714 / 81	78 / 2	580 / 17	1 215 / 88	32 / 5	90 / 7	$M_{3,4}\frac{Cl_{83}HCO^3_{17}SO^4_2}{(Na+K)_{88}Ca_7Mg_5}$
14	Станица Севастопольская	490	„	0,01	14,2	435	16,8	21 / 8	26 / 6	439 / 86	36 / 19	5 / 5	128 / 76	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{86}Cl_8SO^4_6}{Ca_{76}(Na+K)_{19}Mg_5}$
	Ставропольский край													
20	В 1,5 км к ЮВ от с. Винсады, гора Шелудивая	602	„	6,8	9,8	700	10	12 / 4	317 / 55	303 / 41	43 / 17	33 / 23	147 / 60	$M_{0,7}\frac{SO^4_{55}HCO^3_{41}Cl_4}{Ca_{60}Mg_{25}(Na+K)_{17}}$
27	В 3 км к востоку от с. Ново-Благодарного	625	„	0,004	19	9 592	5,6	8 136 / 53	1 247 / 17	2834 / 30	3 571 / 94	30 / 3	50 / 3	$M_{9,6}\frac{Cl_{53}HCO^3_{30}SO^4_{17}}{(Na+K)_{94}Mg_3Ca_3}$
29	В 5,7 км к СЗ от г. Железноводска, источник «Горький»	420	„	0,01	–	10 073	72,91	1 589 / 30	5 073 / 65	506 / 5	1 989 / 55	532 / 27	568 / 18	$M_{10,0}\frac{SO^4_{65}Cl_{30}HCO^3_5}{(Na+K)_{55}Mg_{27}Ca_{18}}$
36	В 5 км к ЗЮЗ от хут. Холодного	735	„	0,7	–	348	6,2	26 / 11	30 / 9	395 / 80	15 / 11	21 / 25	89 / 64	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{80}Cl_{11}SO^4_9}{Ca_{65}Mg_{24}(Na+K)_{11}}$

39	В 4 км к западу от станицы Воровсколесской	350	„	Капельный	16	39 780	202,5	13 858 / 59	12 575 / 39	299 / 2	10 474 / 69	2074 / 26	653 / 5	$M_{39,8}\frac{Cl_{65}SO^4_{30}HCO^3_5}{(Na+K)_{60}Mg_{25}Ca_5}$

Кабардино-Балкарская АССР

44а	Село Заюково	520	„	0,02 / 0,003	13°	11 570	21	6 740 / 95	70 / 1	468 / 4	4 100 / 90	126 / 5	212 / 5	$M_{11,6}\frac{Cl_{95}HCO^3_4SO^4_1}{(Na+K)_{90}Mg_5Ca_5}$
45	В 2,1 км к востоку от с. Герпегеж	580	„	0,005	2	1 940	12,5	84 / 7	597 / 37	1147 / 56	485 / 63	71 / 18	131 / 19	$M_{1,9}\frac{HCO^3_{66}SO^4_{27}Cl_7}{(Na+K)_{63}Ca_{19}Mg_{18}}$

Чечено-Ингушская АССР

48	В 11,2 км к востоку от с. Шалажи	800	„	0,015	—	423	6,5	83 / 31	87 / 24	207 / 45	34 / 18	23 / 25	93 / 57	$M_{0,1}\frac{HCO^3_{45}Cl_{31}SO^4_{24}}{Ca_{57}Mg_{28}(Na+K)_{15}}$

Дагестанская АССР

55	В 2,6 км к востоку от с. Старый Чиркей	570	„	0,2	16	7 960	79,7	274 / 8	5 274 / 87	408 / 5	931 / 61	786 / 10	378 / 29	$M_{7,9}\frac{SO^4_{57}Cl_{18}HCO^3_5}{(Na+K)_{61}Ca_{29}Mg_{10}}$
59	В 4,5 км к ЮВ от с. Маджалис	600	„	0,4	11	370	5,8	14 / 5	91 / 28	298 / 67	32 / 13	21 / 27	62 / 50	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{67}SO^4_{28}Cl_5}{Ca_{50}Mg_{27}(Na+K)_{23}}$
60	В 3,5 км к востоку от с. Парауд	460	„	22	14,5	1 180	13,7	220 / 31	431 / 45	286 / 24	142 / 31	59 / 25	177 / 44	$M_{1,2}\frac{SO^4_{45}Cl_{31}HCO^3_{24}}{Ca_{44}(Na+K)_{31}Mg_{25}}$

Таблица 26

Гидрогеологическая характеристика подземных вод фораминиферовых слоев (Pg_2f) в области погружения

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, *м*	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), установившийся уровень воды (знаменатель), *м*	Дебит скважины, (числитель) *л/сек* понижение, *м* (знаменатель)	Удельный дебит, *л/сек*	Сухой остаток, *мг/л*	Жесткость, *мг-экв/л*	Содержание ионов (числитель—в *мг/л*, знаменатель—в %-экв) Cl'	SO_4''	HCO_3'	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	Формула Курлова
						Краснодарский край									
2	В 5,5 *км* к ЮЗ от ж.-д ст. Линейная	60	Пески, песчаники	2195 / Фонт.	0,23 / —	—	6 544	1,3	3 872 / 74	92 / 1	2196 / 25	3 459 / 98	4 / 1	19 / 1	$M_{6,5}\frac{Cl_{74}HCO^3{}_{25}SO^4{}_1}{(Na+K)_{98}Mg_1Ca_1}$
				2370 / Фонт.	1,4 / —	—	11 730	2,7	6 311 / 89	86 / 1	1318 / 10	4 661 / 98	10 / 1	4 / 1	$M_{11,7}\frac{Cl_{89}HCO^3{}_{10}SO^4{}_1}{(Na+K)_{98}Mg_1Ca_1}$
				2406,4 / —	0,23 / —	-	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	Станица Анапская	20	Аргиллиты	8 / 3	6,3 / 3	2,1	586	8,8	55 / 15	79 / 16	439 / 69	37 / 15	22 / 18	140 / 67	$M_{0,6}\frac{HCO^3{}_{69}SO^4{}_{16}Cl_{15}}{Ca_{67}Mg_{18}(Na+K)_{15}}$
7	Село Великое	74	Пески, песчаники	2213 / —	0,05 / —	—	6 670	2,4	2 695 / 66	429 / 8	1830 / 26	2 584 / 98	3 / 1	44 / 1	$M_{6,7}\frac{Cl_{66}HCO^3{}_{26}SO^4{}_8}{(Na+K)_{98}Mg_1Ca_1}$
				2276 / —	—	—	6 633	2,5	2 872 / 69	88 / 1	2147 / 30	2 530 / 96	20 / 2	43 / 2	$M_{6,6}\frac{Cl_{68}HCO^3{}_{30}SO^4{}_1}{(Na+K)_{96}Mg_2Ca_2}$
				2378 / —	0,37 / —	—	10 409	1,3	4 494 / 69	165 / 3	3172 / 28	4 142 / 98	6 / 1	16 / 1	$M_{10,4}\frac{Cl_{69}HCO^3{}_{28}SO^4{}_3}{(Na+K)_{98}Mg_1Ca_1}$
8	Станица Березанская	24,3	„	1476 / —	1,2 / —	—	—	—	9 723	3294	—	—	—	—	

				1 855 / 330	—	—	20 100	2,2	9 477 / 77	319 / 2	3928 / 21	7 893 / 98	9 / 1	30 / 1	$M_{20,1}$	$\frac{Cl_{77}HCO^3_{20}SO^4_2}{(Na+K)_{93}Mg_1Ca_1}$
10	В 2 км к ЮВ от ж.-д. ст. Крымская	20	Песчаники	1 392 / —	0,17 / —	—	8 025	6,7	4 590 / 94	36 / 1	390 / 5	3 087 / 95	30 / 2	87 / 3	$M_{8,0}$	$\frac{Cl_{94}HCO^3_5SO^4_1}{(Na+K)_{93}Ca_2Mg_2}$
14	В 6 км к Ю3 от с. Молдаванского	200	Пески, песчаники	299 / +5	2,1 / 40	0,055	2 953	1,8	1 403 / 77	14 / 1	647 / 20	1 144 / 95	5 / 1	28 / 4	$M_{2,9}$	$\frac{Cl_{77}HCO^3_{20}SO^4_1}{(Na+K)_{95}Ca_4Mg_1}$
15	В 4,5 км к ЮЮ3 от станицы Губской	560	Пески	15 / —	0,05 / —	—	691	2	43 / 11	139 / 23	488 / 66	228 / 82	9 / 6	29 / 12	$M_{0,7}$	$\frac{HCO^3_{56}SO^4_{23}Cl_{11}}{(Na+K)_{42}Ca_{12}Mg_6}$
24	В 6 км на ЮЮ3 от станицы Тульской	271	Песчаники	980	—	—	3 125	2,5	946 / 48	30 / 10	1441 / 42	1 240 / 97	9 / 1	36 / 2	$M_{3,1}$	$\frac{Cl_{48}HCO^3_{42}SO^4_{10}}{(Na+K)_{93}Ca_2Mg_1}$
25	В 2,4 км к Ю3 от с. Конаково	271	Алевролиты	1 090 / 187	0,01 / —	—	33 502	162	19 356 / 94	259 / 1	1485 / 5	12 893 / 97	37 / 1	236 / 2	$M_{33,5}$	$\frac{Cl_{94}HCO^3_5SO^4_1}{(Na+K)_{97}Ca_2Mg_1}$

Ставропольский край

26	В 3 км к западу от станицы Урухской	241	Мергели	2708 / Фонт.	—	—	37 989	27,5	22 006 / 96	591 / 2	1000 / 2	14 306 / 95	65 / 1	442 / 4	$M_{37,9}$	$\frac{Cl_{95}SO^4_2HCO^3_2}{(Na+K)_{96}Ca_2Mg_1}$
34	В 2,5 км к Ю3 от ж.-д. ст. Нагутская	399,6	»	260 / Фонт.	0,83 / —	—	32 145	14,1	19 011 / 97	15 / 1	756 / 2	12 518 / 98	92 / 1	131 / 1	$M_{32,1}$	$\frac{Cl_{97}HCO^3_2SO^4_1}{(Na+K)_{98}Mg_1Ca_1}$
41	В 5 км к ЮЮВ от с. Орбельяновки	398,62	Мергели, песчаники	17,6 / 10,35	0,009 / 6,64	0,0013	9 563	31,48	2 751 / 50	2667 / 36	1332 / 14	2 919 / 84	238 / 12	138 / 4	$M_{9,6}$	$\frac{Cl_{50}SO^4_{36}HCO^3_{14}}{(Na+K)_{84}Mg_{10}Ca_4}$
				75,5 / 11,5	0,018 / 6,5	0,002	9 596	16,76	3 987 / 70	1345 / 18	1180 / 12	3 289 / 89	132 / 7	118 / 4	$M_{9,6}$	$\frac{Cl_{75}SO^4_{18}HCO^3_{12}}{(Na+K)_{89}Mg_7Ca_4}$
43	Город Невинномысск	321,5	»	507 / 196,6	0,87 / 3,8	0,23	13 400	5,2	6 423 / 79	348 / 3	2561 / 18	5 183 / 97	21 / 1	71 / 2	$M_{13,4}$	$\frac{Cl_{79}HCO^3_{18}SO^4_3}{(Na+K)_{97}Ca_2Mg_1}$
				518 / 195	0,9 / 2,8	0,32	13 658	3,4	6 413 / 79	411 / 3	2568 / 18	5 243 / 98	18 / 1	37 / 1	$M_{13,7}$	$\frac{Cl_{79}HCO^3_{18}SO^4_3}{(Na+K)_{98}Mg_1Ca_1}$

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), установившийся уровень, м (знаменатель)	Дебит скважины, л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в %-экв)						Формула Курлова
									Cl^-	SO_4^{--}	HCO_3^-	$Na^+ + K^+$	Mg^{++}	Ca^{++}	
44	Станица Расшеватская	100,88	Мергели	111,2 / —	0,001 / —	—	25 261	25,3	15 020 / 98	194 / 1	313 / 1	9380 / 95	71 / 1	385 / 4	$M_{25,2}\frac{Cl_{98}SO^4{}_1HCO^3{}_1}{(Na+K)_{95}Ca_4Mg_1}$

Кабардино-Балкарская АССР

45	В 3,5 км к ЮЗ от г. Нальчика, с. Долинское	543	"	158,8 / Фонт.	0,008 / —	—	10 245	10,5	5 530 / 87	300 / 4	698 / 9	3847 / 92	3 / 1	216 / 7	$M_{10,2}\frac{Cl_{87}HCO^3{}_9SO^4{}_4}{(Na+K)_{92}Ca_7Mg_1}$
47	В 2 км к востоку от с. Герпегеж	607	"	10,35 / 10,35	—	—	596	10,3	14 / 3	40 / 8	650 / 89	36 / 14	40 / 26	141 / 58	$M_{0,6}\frac{HCO^3{}_{89}SO^4{}_8Cl_3}{Ca_{58}Mg_{28}(Na+K)_{14}}$
49	В 20 км к ВСВ от г. Баксанска	582	Мергели, известняки, сланцы	28,2 / 4,9	0,72 / —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
				56,2 / +9,3	2,23 / —	—	886	12,4	17 / 3	243 / 35	561 / 62	—	162 / 85	52 / 15	$M_{0,9}\frac{HCO^3{}_{62}SO^4{}_{35}Cl_3}{Mg_{85}Ca_{15}}$

Таблица 27

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений свиты Горячего Ключа ($P_{g_1}gk$) в области открытого залегания

Номер водопункта на карте	Местоположение родника	Абсолютная отметка выхода родника, м	Литологический состав водовмещающих пород	Дебит, л/сек	Температура воды, °С	Сухой остаток, мг/л	Жесткость, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л; знаменатель — в % экв)						Формула Курлова
								Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Na^++K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
	Краснодарский край													
1	В 4 км к ВЮВ от станицы Анапской	35	Пески	0,011	12	449	8,06	78/28	25/6	409/66	32/14	4/4	156/82	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{66}Cl_{28}SO^4_6}{Ca_{82}(Na+K)_{14}Mg_4}$
4	В 6 км к югу от станицы Гостагаевской	200	Песчаники	0,5	13	392	2,14	36/13	15/5	366/82	119/71	6/6	33/23	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{82}Cl_{13}SO^4_5}{(Na+K)_{71}Ca_{23}Mg_6}$
5	В 5,4 км к ЗСЗ от станицы Гостагаевской	17	„	0,01	—	20 324	18,7	11 790/94	152/1	1019/5	7805/98	16/1	52/1	$M_{20,3}\frac{Cl_{94}HCO^3_5SO^4_1}{(Na+K)_{98}Mg_1Ca_1}$
12	В 3 км к ЮЗ от с. Ново-Михайловского	10	„	0,083	18	613	8,73	106/23	56/14	439/63	61/24	4/3	167/73	$M_{0,6}\frac{HCO^3_{63}Cl_{23}SO^4_{14}}{Ca_{73}(Na+K)_{24}Mg_3}$
	Ставропольский край													
13	В 5,5 км к ВЮВ от ж.-д. ст. Ессентуки	628	Аргиллиты	—	16,5	3 540	35,1	404/18	106/3	3156/79	925/33	273/30	254/17	$M_{3,5}\frac{HCO^3_{79}Cl_{18}SO^4_3}{(Na+K)_{53}Mg_{30}Ca_{17}}$
17	В 1,5 км к ЮЗ от г. Железноводска	755	Мергели	0,25	11,4	283	3,6	5/3	37/20	188/77	8/4	83/67	59/29	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{77}SO^4_{20}Cl_3}{Mg_{67}Ca_{29}(Na+K)_4}$

Таблица 28

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений Горячего Ключа (Pg_1gk) в области погружения

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, *м*	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), установившийся уровень воды (знаменатель), *м*	Дебит скважины, *л/сек* (числитель), понижение, *м* (знаменатель)	Удельный дебит, *л/сек*	Сухой остаток, *мг/л*	Жесткость, *мг-экв/л*	Содержание ионов (числитель—в *мг/л*, знаменатель—в %-экв)						Формула Курлова
									Cl'	SO_4''	HCO_3'	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	
3	Город Анапа, Серебряный источник	40	Песчаники	26,5 / 11	0,68 / 12,7	0,05	802	13,6	21 / —	521 / —	—	—	—	—	
5	В 4 *км* к ЮЗ от г. Хадыженска	138		414 / Фонт.	0,2 / —	—	10 596	1,4	6 040 / 94	390 / 4	168 / 2	4 159 / 98	6 / 1	18 / 1	$M_{10,6}\frac{Cl_{94}SO^4{}_4HCO^3{}_2}{(Na+K)_{98}Mg_1Ca_1}$
10	Станица Ново-Минская	38,5		1365 / —	0,03 / —	—	19 810	26	11 418 / 95	626 / 4	247 / 1	7 200 / 92	119 / 3	324 / 5	$M_{19,8}\frac{Cl_{95}SO^4{}_4HCO^3{}_1}{(Na+K)_{92}Ca_5Mg_3}$
18	Село Ипатово	108	Мергели, алевролиты, песчаники	1346 / 73	1,66 / 30	0,555	66 777	98,2	40 521 / 98	112 / 1	264 / 1	24 202 / 77	1489 / 1	321 / 11	$M_{66,8}\frac{Cl_{98}SO^4{}_1HCO^3{}_1}{(Na+K)_{77}Ca_{11}Mg_1}$
21	В 10 *км* к ЮВ от с. Орбельяновки	480	Аргиллиты, песчаники	323,6 / +17,5	1,2 / —	—	20 431	5,6	11 090 / 91	6 / 1	1580 / 8	7 664 / 98	30 / 1	61 / 1	$M_{20,4}\frac{Cl_{91}HCO^3{}_8SO^4{}_1}{(Na+K)_{98}Mg_1Ca_1}$
				419 / 80	3,1 / —	—	20 170	4,9	11 111 / 93	35 / 1	1330 / 6	7 613 / 92	23 / 1	60 / 1	$M_{20,2}\frac{Cl_{93}HCO^3{}_6SO^4{}_1}{(Na+K)_{92}Mg_1Ca_1}$
22	Село Ипатово Оп-1	107,8	Мергели, песчаники	1300 / 72	—	—	79 900	117,53	48 481 / 91	66 / 1	242 / 1	28 925 / 91	377 / 2	1724 / 6	$M_{79,9}\frac{Cl_{91}SO^4{}_1HCO^3{}_1}{(Na+K)_{91}Ca_6Mg_2}$

Таблица 29

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений эльбурганской свиты (Pg_1el) в области открытого залегания

Номер водопункта на карте	Местоположение родника	Абсолютная отметка места выхода родника, м	Литологический состав водовмещающих пород	Дебит, л/сек	Температура воды, °С	Сухой остаток, мг/л	Жесткость, мг экв/л	Содержание ионов (числитель – в мг/л, знаменатель – в %-экв)						Формула Курлова
								Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	$Na^+ + K^+$	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
Краснодарский край														
6	В 5 км к СЗ от пос Нижне-Баканского	245	Алевролиты	0,025	9	446	8,02	35/12	20/5	439/83	13/7	3/3	156/90	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{83}Cl_{12}SO^4_5}{Ca_{82}(Na+K)_7Mg_3}$
10	В 9 км к ЗСЗ от свх «Абрау-Дорсо»	165	Песчаники	0,06	–	485	4,8	106/29	10/4	415/67	65/33	4/12	93/55	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{67}Cl_{29}SO^4_4}{Ca_{85}(Na+K)_{10}Mg_{12}}$
Ставропольский край														
14	Город Ессентуки, юго-вост часть города	612	Мергели	Незначительный	21	1077	12,3	41/7	434/50	491/43	136/32	43/20	176/48	$M_{1,1}\frac{SO^4_{50}HCO^3_{43}Cl_7}{Ca_{48}(Na+K)_{30}Mg_{20}}$
25	В 14,4 км к СВ от г Пятигорска	400	„	–	17	954	5,3	195/33	155/20	486/47	263/68	12/6	86/26	$M_{0,9}\frac{HCO^3_{47}Cl_{36}SO^4_{20}}{(Na+K)_{54}Ca_{26}Mg_{8}}$

Таблица 30

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений эльбурганской свиты (Pg_1el) в области погружения

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина, пройденная водоносными горизонтами, м (знаменатель), м	Дебит скважины, л/сек (числитель), м (знаменатель), м	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель – в мг/л, знаменатель – в %-экв)						Формула Курлова
									Cl^-	SO_4^{--}	HCO_3^-	$Na^+ + K^+$	Mg^{++}	Ca^{++}	
	Краснодарский край														
1	В 8,5 км к ЮВ от ж.-д. ст. Линейная	98	Песчаники, мергели	1194 / –	–	–	63 812	86,9	38 970 / 98	8 / 1	170 / 1	23 340 / 92	511 / 4	898 / 4	$M_{63,8}\frac{Cl_{98}SO^4_1HCO^3_1}{(Na+K)_{92}Mg_4Ca_4}$
2	В 4 км к СЗ от хут. Победа	35	Мергели, аргиллиты	7 / 8	1,9 / 21	0,09	534	8,4	66 / 19	58 / 13	403 / 68	29 / 13	26 / 22	124 / 65	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{68}Cl_{19}SO^4_{13}}{Ca_{65}Mg_{22}(Na+K)_{13}}$
	Ставропольский край														
15	В 0,6 км к югу от г. Ессентуки	610,4	Мергели	91,9 / 2,85	0,07 / 2	0,35	8 080	12,38	2 059 / 39	9 / 1	5380 / 60	3 088 / 91	69 / 4	136 / 5	$M_{8,1}\frac{HCO^3_{60}Cl_{39}SO^4_1}{(Na+K)_{91}Ca_5Mg_4}$
20	Село Ипатово	108	Алевролиты, мергели	1558 / 83	1,23 / 27	0,045	74 574	107,7	44 863 / 98	587 / 1	195 / 1	27 000 / 90	1566 / 9	360 / 1	$M_{74,6}\frac{Cl_{98}SO^4_1HCO^3_1}{(Na+K)_{90}Mg_9Ca_1}$

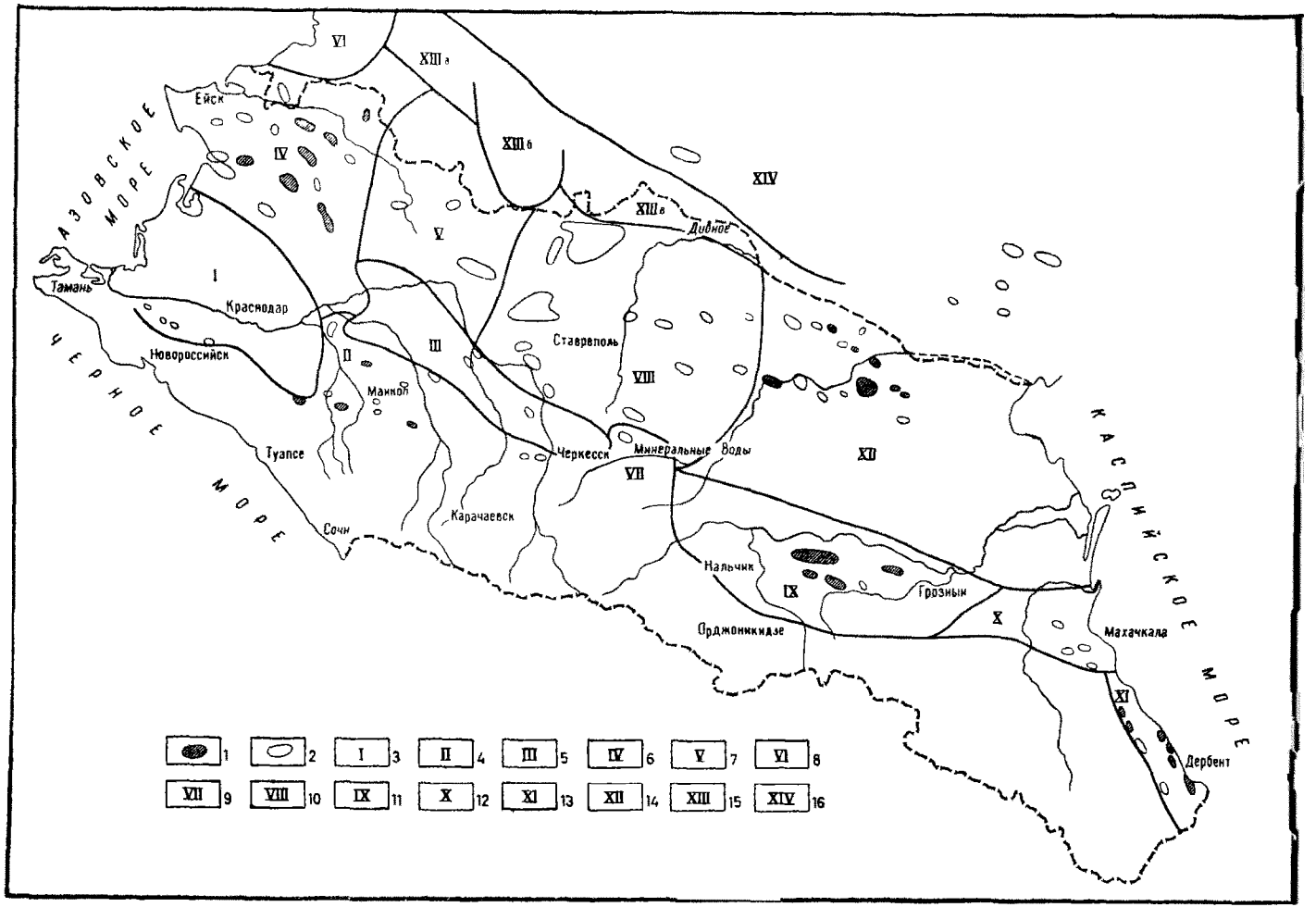


Рис. 19. Структурно-тектоническая схема Северного Кавказа (Составил Г. М. Сухарев)

1 — антиклинальные поднятия с установленной промышленной нефтегазоносностью; *2* — прочие антиклинальные поднятия; *3* — Западно-Кубанский прогиб (I); *4* — Адыгейский выступ (II); *5* — Восточно-Кубанский прогиб (III), *6* — Ейско-Березанская структура (IV); *7* — Тихорецко-Кропоткинская структура (V); *8* — Ростовский выступ (VI); *9* — Моноклиналь северного склона Кавказа и Минераловодский выступ (VII); *10* — Ставропольское сводовое поднятие (VIII); *11* — Терско-Сунженская структура (IX); *12* — Дагестанский выступ (X); *13* — область третичных предгорий Дагестана (XI); *14* — Терско-Кумская впадина (XII); *15* — Манычский прогиб (XIII); (XIIIа) — Танаисская впадина: (XIII б) — Сальское поднятие (XIII в) — Евдиловская мульда; *16* — погребенный вал Карпинского (XIV)

полученных в непосредственной близости от выходов верхнемеловых пород (Датых, Беной), объясняется наличием здесь различных, не сообщающихся друг с другом, трещиноватых зон, заключающих в себе воды с разными напорами. По районам Западного Предкавказья (Абадзехская, Березанская и другие площади) имеются лишь единичные сведения по напорам. Так, на Абадзехской площади абсолютные отметки пьезометрических уровней достигают 300 *м*, а на Березанском месторождении они снижаются до 130 *м*.

В области поверхностного залегания верхнемеловых отложений воды родников, приуроченных к ним, пресные (0,2—1,6 *г/л*), гидрокарбонатно-кальциевые и лишь в единичных случаях соленые (5—12 *г/л*). На Гладковской площади отдельные структурные скважины в зоне раскрытого залегания, с глубины 60—190 *м* дали притоки вод с минерализацией 1,3—6,5 *г/л* гидрокарбонатно-хлоридно-натриевого и хлоридно-натриевого состава. На Нижне-Баканской площади, в зоне погружения осадков верхнего мела под палеогеновые отложения, в интервале 743—760 *м* в скв. 1 получен приток хлоридно-натриевых вод с минерализацией 10,7 *г/л*. Их особенностью является преобладание магния над кальцием.

На Крымском месторождении (южный борт Западно-Кубанского прогиба) водоносные горизонты верхнего мела погружаются на глубину 850—1800 *м*. Здесь, в скважинах 2 и 3 получены воды, по величине минерализации весьма близкие к водам Нижне-Баканской площади. Однако от последних они отличаются несколько повышенным содержанием гидрокарбонатов и значительным преобладанием кальция над магнием. В скв. 5 Крымского месторождения получены воды с минерализацией 20 *г/л*. Воды с еще более высокой минерализацией (57 *г/л*) получены при опробовании интервала 2440—2480 *м* в скв. 665 месторождения Зыбза — Глубокий Яр. Это хлоридно-натриевые воды с повышенным (40,2 *мг/л*) содержанием брома. Воды верхнемеловых отложений месторождения Мирная Балка по химическому составу идентичны водам Нижне-Баканской площади. Весьма своеобразные — гидрокарбонатно-сульфатные натриево-кальциево-магниевые воды получены в скв. К-17 Севастопольско-Баракаевской площади. Это пресные (0,71 *г/л*) воды с весьма значительным содержанием сульфатов (18,09%-экв).

В пределах Восточно-Кубанского прогиба из отложений верхнего мела были получены притоки вод в скв. 1 на Лабинской площади. Несмотря на глубокое погружение водоносного горизонта (2258—2280 *м*) и большое удаление скважины от области раскрытого залегания верхнемеловых отложений, она дала приток вод сравнительно невысокой минерализации (12,4 *г/л*).

Воды невысокой минерализации распространены и в южной части Ейско-Березанского вала. В зону их распространения входят Брюховецкая площадь, Каневское и Березанское месторождения. Характерной особенностью меловых вод Восточно-Кубанского прогиба и южной части Ейско-Березанского вала является незначительное содержание в них ионов кальция (0,15—0,4%-экв) и магния (0,06—0,11%-экв). В водах Лабинской площади и Березанского месторождения отмечается высокое содержание гидрокарбонатного иона (7,5—8%-экв). По ионному составу воды Восточно-Кубаиского прогиба и южной части Ейско-Березанского вала являются хлоридно-натриевыми. С юго-востока иа северо-запад минерализация их постепенно увеличивается, достигая наибольших значений (69 *г/л*) в скв. 1 на Ясенской площади. Одновременно с ростом минерализации вод происходит уменьшение со-

держания гидрокарбонатного иона и увеличение содержания кальция.

Как отмечалось выше, верхнемеловые отложения широко распространены в пределах Ставропольского края. К северу от области их поверхностного залегания они были вскрыты многочисленными глубокими скважинами. Мощность их изменяется здесь от нескольких до 400 *м* и более. К востоку от г. Армавира, на Убеженской площади, верхнемеловые отложения отсутствуют, а в северо-западной части края их мощность возрастает до 600—700 *м*. В верхнемеловых отложениях водоносны преимущественно трещиноватые известняки, а в северных районах также и песчаники (сеноман). Воды носят преимущественно трещинный и пластово-трещинный характер. Глубина залегания водоносного горизонта изменяется от 0—500 *м* в районе Кавказских Минеральных Вод до 3000—3500 *м* в наиболее погруженной части Терско-Кумской впадины. Если на северном склоне Кавказа верхнемеловые отложения заключают в себе один из наиболее мощных водоносных горизонтов, то в области глубокого погружения водообильность этого горизонта резко снижается. Следует отметить, что воды верхнемеловых отложений равнинных районов Ставропольского края стали изучаться лишь в последние годы в связи с открытием в этих осадках залежей газа (в Благодарненском районе) и нефти (в Прикумском и Левокумском районах).

Рассматриваемый водоносный горизонт характеризуется высокой и повышенной водообильностью лишь в некоторых районах: в пределах Минераловодского выступа, Восточно-Кубанского прогиба и в северо-восточной части Терско-Кумского прогиба (вплоть до г. Прикумска и с. Величаевского). Эта область прослеживается в виде довольно узкой полосы северо-восточного, почти широтного простирания. Другая область, где верхнемеловые отложения характеризуются повышенной водообильностью, прослеживается от Благодарненского района к северо-востоку и уходит в пределы Калмыцкой АССР. В остальных районах Ставропольского края водоносный горизонт верхнемеловых отложений отличается исключительно низкой водообильностью, т. е. практически является безводным.

В районе Минераловодского выступа скв. 2 (Суркульско-Кумская площадь) с глубины 929,1 *м* был получен фонтанирующий приток воды с дебитом 74,5 *л/сек*; удельный дебит скважины достигал 0,186 *л/сек*. На других площадях Минераловодского выступа, а также в Отказненском, Прикумском, Левокумском и Благодарненском районах водообильность верхнемеловых отложений заметно понижается. Здесь дебиты скважин составляют до 0,5—2 *л/сек*, а удельные дебиты — 0,002—0,027 *л/сек*. В пределах же остальной части территории Ставропольского края дебиты скважин колеблются от 0,0003 до 0,017 *л/сек* и лишь в отдельных случаях (скв. 15 Безопасненской площади) достигают 0,365 *л/сек*; удельные дебиты их обычно не превышают 0,00001 *л/сек* и реже составляют 0,001—0,004 *л/сек* (Безопасненская, Северо-Ставропольская, Расшеватская площади).

В пределах Минераловодского выступа, в Георгиевском, Прикумском, Левокумском и Расшеватском районах воды верхнемеловых отложений, как правило, самоизливаются, а напоры на устьях скважин изменяются от 2,6 *м* (на Расшеватской площади) до 500—600 *м* (на Георгиевской, Отказненской и Прасковейской площадях). В пределах Ставропольского поперечного поднятия и восточного его погружения пьезометрические уровни в скважинах устанавливаются на глубинах от 28 до 80 *м* ниже поверхности земли. Абсолютные отметки пьезометрических уровней вод верхнемеловых отложений в различных районах

Ставропольского края изменяются от 817 до 109 *м* и понижаются с юга на северо-восток, достигая своего минимума (15 *м*) к востоку от г. Элисты уже в пределах Бузгинского поднятия (рис. 20).

При распределении пьезометрических уровней рассматриваемого горизонта по площади имеют место некоторые аномалии, обусловленные тектоническими факторами. Первая из них прослеживается в северной части Минераловодского выступа по скв. 2 Суркульско-Кумской

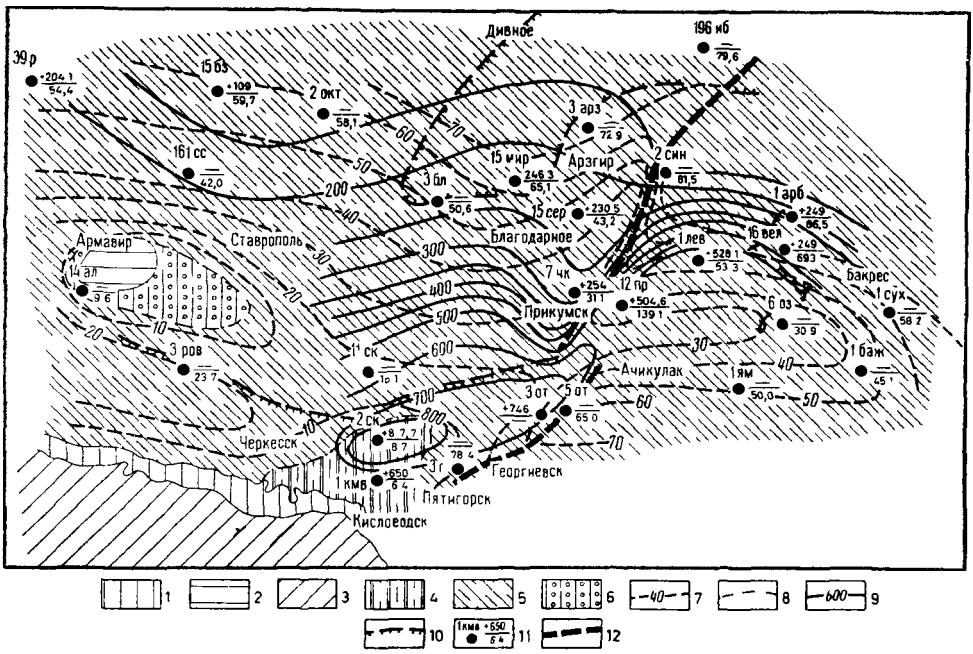


Рис 20 Схематическая карта пьезоизогипс и химического состава верхнемелового водоносного комплекса Ставропольского поднятия (Составил В М Мирошииков)

1 — область поверхностного распространения отложений верхнего мела; *2* — область размыва отложений верхнего мела, *3* — область распространения более древних отложений.

Химический состав вод *4* — гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый; *5* — хлоридно-натриевый, *6* — воды пестрые по составу, *7* — изолинии минерализации, *г/л*; *8* — границы гидрохимических зон

Прочие обозначения *9* — пьезоизогипсы, абс отм, *10* — область распространения отложений верхнего мела с повышенной и высокой водообильностью, *11* — вверху — номер скважины, справа числитель — абс отметка пьезометрического уровня, *м* знаменатель — минерализация, *г/л*, *12* — линии тектонических нарушений

площади, где абсолютные отметки пьезометрических уровней вод достигают своего максимума (817,7 *м*). Во всех направлениях от этой площади и даже к югу абсолютные отметки пьезометрических уровней вод закономерно понижаются. Это позволяет сделать предположение о наличии здесь гидравлической связи верхне- и нижнемеловых водоносных горизонтов. Вторая аномалия в изменении напоров вод верхнемеловых отложений прослеживается в районе г. Прикумска и к северо-востоку от него. Здесь по скважинам Отказненской, Прасковейской и Левокумской площадей абсолютные отметки пьезометрических уровней вод достигают соответственно 746 500—591 и 528 *м*, а к северо-западу в непосредственной близости от них (Чкаловская, Серафимовская и Гороховская площади) понижаются до 254, 230,5 и 204 *м*. Такое резкое изменение в напорах вод одного и того же горизонта на сравнительно небольшом расстоянии (расстояние между Прасковейской и

Чкаловской площадями 20 *км*) может иметь место лишь при наличии большого экрана, разобщающего водоносный горизонт. Последним может служить разрыв северо-восточного простирания, который по гидравлическим данным прослеживается к северо-западу от г. Прикумска на расстояние более 80 *км* (рис. 21).

Общая минерализация вод верхнемеловых отложений изменяется от 0,5—0,8 до десятков граммов на литр. В целом она закономерно повышается в направлении с юга на север и северо-восток, причем изолинии минерализации вод по своей конфигурации в общих чертах повторяют гидроизопьезы.

На общем фоне изменения минерализации вод наблюдается целый ряд весьма существенных аномалий. Первая из них прослеживается в районе Минераловодского выступа, где широко распространены пресные, относительно слабо минерализованные воды (0,8—10 *г/л*). В полосе наибольшей водообильности отложений воды сравнительно невысокой минерализации (20,0—30,0 *г/л*) распространяются далеко к северо-востоку от Минераловодского выступа вплоть до г. Прикумска и пос. Затеречного. Вместе с тем к востоку от Минераловодского выступа, в непосредственной близости от него (Георгиевский район), в верхнемеловых отложениях широко развиты сильно минерализованные воды (до 78,4 *г/л*). Важно отметить, что воды такой же минерализации встречаются также в районах, прилегающих к долине Восточного Маныча, тогда как на остальной территории Ставрополья минерализация их значительно ниже. Резкое изменение минерализации вод на небольшом расстоянии (до 20—30 *км*) между Минераловодским выступом и Георгиевской площадью может быть связано с наличием экрана, разобщающего водоносный горизонт. Таким экраном может служить разрыв северо-восточного простирания, который по гидрогеологическим данным прослеживается на восточном погружении Минераловодского выступа и далее к северо-востоку вплоть до Отказненской площади.

Другая аномалия минерализации вод верхнемеловых отложений прослеживается в районе г. Прикумска и к северо-востоку от него. Она совпадает с аномалией по напорам вод, выражается в резком изгибе линий равной минерализации и также обусловлена наличием упомянутого экрана. К северо-западу от этого экрана зона вод меньшей минерализации протягивается намного дальше на северо-восток, что подтверждается гидрогеологическими данными по Чкаловской, Серафимовской, Гороховской и другим площадям. К юго-востоку же распространены воды наиболее высокой минерализации (Левокумская, Синебугровская и другие площади).

В Восточно-Кубанском прогибе минерализация вод верхнемеловых отложений также увеличивается до 20—30 *г/л* (Ровненская площадь). Однако севернее этой площади, вблизи Надзорненского поднятия, она резко понижается. Если по скв. 14 Александровской площади минерализация воды составляет 9,59 *г/л*, то в районе с. Надзорного она должна быть меньше 5 *г/л*. Такой очаг опреснения вод верхнемеловых отложений в районе Надзорненского поднятия, вероятно, обусловлен наличием здесь дополнительной области питания водоносного горизонта пресными водами р. Кубани. Последние, при отсутствии в разрезе надежных водоупоров, проникают в отложения палеоцена, верхнего и нижнего мела и даже палеозоя через толщу трещиноватых мергелей эоцена, выходящих в своде Надзорненской структуры на дневную поверхность.

В песчаных осадках сеноманского яруса минерализация вод резко увеличивается. Наиболее четко это прослеживается по скважинам

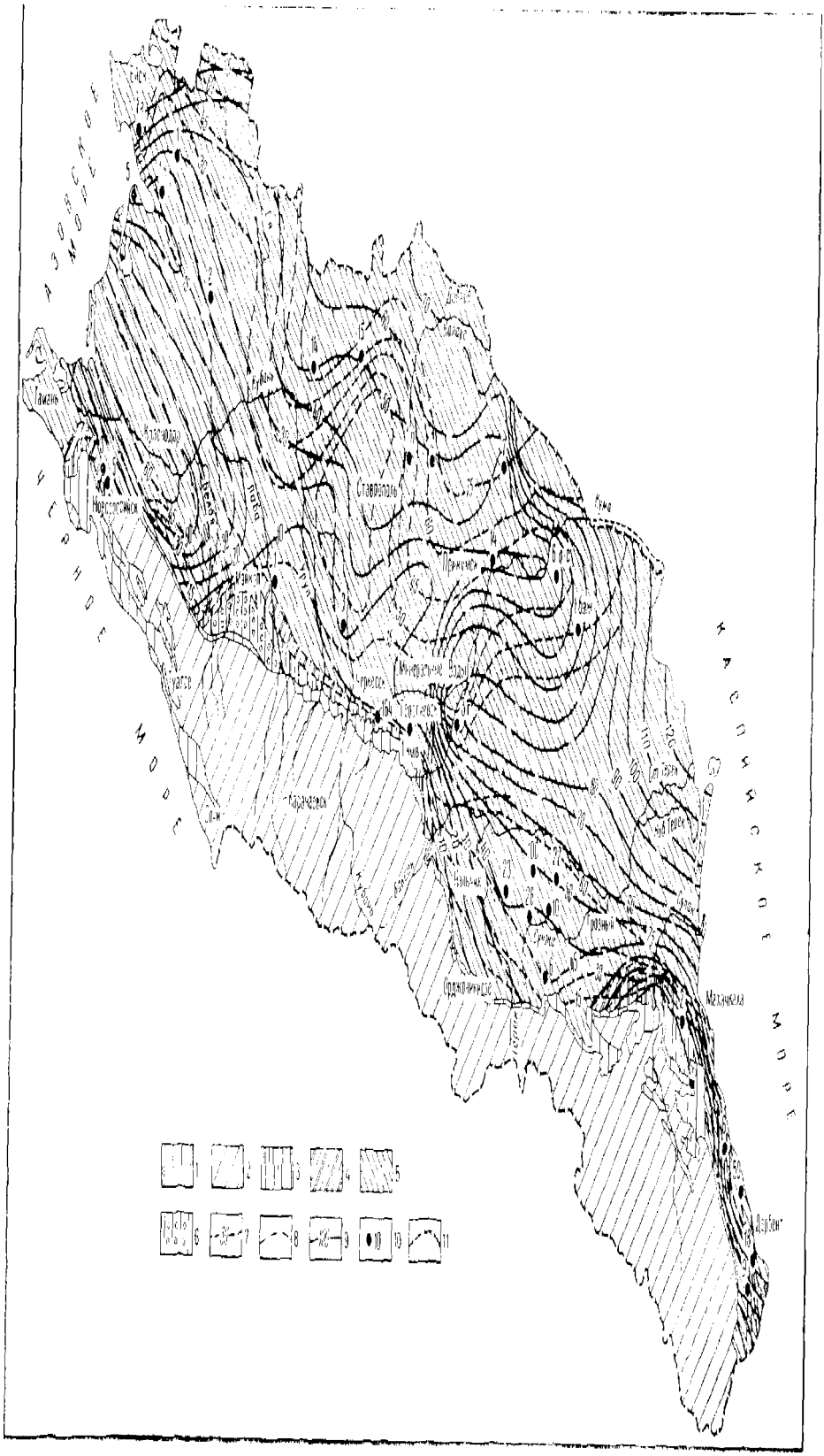


Рис. 21 Схематическая карта пьезоизогипс и химического состава вод в отложениях верхнего мела (Составили Г. М. Сухарев, Ю. К. Тарануха, Н. С. Погорельский)

1 — область поверхностного распространения верхнемеловых отложений; 2 — область развития более древних отложений. Химический состав вод: 3 — гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый; 4 — хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый; 5 — хлоридно-натриевый; 6 — воды острые по составу; 7 — изолинии минерализации, г/л; 8 — границы гидрохимических зон. Прочие обозначения: 9 — пьезоизогипсы, абс. отм.; 10 — скважина, ее номер; 11 — граница территории Северного Кавказа

Прасковейской и Чкаловской площадей, где опробованы как известняки верхнего мела, так и песчаники сеномана. Так, в скв. 14 Прасковейской площади из интервалов 2643—2662 и 2652—2676 *м* (известняки верхнего мела) были получены воды с минерализацией до 37,5 *г/л*, а из интервала 2764—2774 *м* (песчано-глинистая толща сеномана) — воды с минерализацией до 52,7 *г/л*. На Чкаловской площади минерализация вод карбонатных отложений верхнего мела по скв. 7 составляет 31,124 *г/л*, а минерализация вод песчаных отложений сеноманского яруса по той же скважине (интервал 2916—2964 *м*) увеличивается до 52,6 *г/л*. Таким образом, по разрезу минерализация вод увеличивается сверху вниз. Воды песчано-глинистых осадков сеноманского яруса очень близки по составу к водам нижнего мела.

Слабо минерализованные воды, получившие распространение в районе Минераловодского выступа, характеризуются пестрым, но преимущественно хлоридно-натриевым составом. Опресненные воды Армавирско-Надзорненского района по единичным данным (скв. 14 Александровской площади) являются сульфатно-хлоридно-натриевыми. На большей же части территории Ставропольского края в верхнемеловых отложениях широко распространены сильно минерализованные воды преимущественно хлоридно-натриевого состава. Содержание иона натрия изменяется в соответствии с колебаниями минерализации от 2,5 до 29 *г/л* и достигает максимума на Арбалинской площади. Вместе с ростом минерализации вод в них увеличивается содержание хлоридов кальция и магния. Только в районах Минераловодского выступа и Александровской площади среди анионов преобладают соответственно гидрокарбонаты и сульфаты. В сильно минерализованных водах хлоридно-натриевого состава эти соли содержатся в небольших количествах. Из других компонентов в составе вод верхнемеловых отложений присутствуют йод (от 1,18 до 28,2 *мг/л*), бром (от 1 до 220,8 *мг/л*), борная кислота (от 2 до 613,5 *мг/л*), кремниевая кислота (от 0,2 до 6 *мг/л*). Содержание их достигает максимума в водах соответственно Величаевской, Арбалинской, Серафимовской и Арзгирской площадей.

Таким образом, в пределах Ставропольского края отчетливо прослеживается гидрохимическая зональность в распространении вод верхнемеловых отложений. Естественно, зона активного водообмена приурочена к области раскрытого залегания водоносного горизонта на северном склоне Кавказского хребта. Зона затрудненного водообмена хорошо выделяется в районах Минераловодского выступа и с. Надзорного и характеризуется распространением вод относительно невысокой минерализации. На большей части территории Ставропольского края, в области глубокого погружения верхнемеловых отложений, прослеживается зона весьма затрудненного водообмена (практически во многих районах водообмен отсутствует) с распространением сильно минерализованных вод хлоридно-натриевого состава.

Воды верхнемеловых отложений движутся в направлении с юга (от области раскрытого залегания) на север и северо-восток. Характер движения их, распределение напоров, химический состав и степень минерализации в значительной мере определяются тектоническими и литолого-фациальными особенностями, обусловливающими описанные выше аномалии в распределении подземных вод верхнемеловых отложений. Область разгрузки водоносного горизонта находится уже за пределами описываемой площади в районе Бузгинского поднятия.

В районах Черногорской моноклинали (Датых) на глубинах 900—1350 *м* получили распространение воды с минерализацией 47—50 *г/л*. По ионному составу это хлоридно-натриевые воды с весьма незначи-

тельным содержанием гидрокарбонатов и почти полным отсутствием сульфатов. Как было отмечено выше, воды такой же минерализации получены и при испытании верхнемеловых отложений месторождения Зыбза (Глубокий Яр), которые характеризуются несколько меньшим содержанием иона кальция.

В пределах Терского и Сунженского Передовых хребтов (Чечено-Ингушская АССР) воды верхнемеловых отложений были вскрыты скважинами на Заманкульском, Карабулак-Ачалукском, Малгобек-Вознесенском, Хаян-Кортовском месторождениях, Аракдалатарекской и Серноводской площадях. Следует отметить, что низкая проницаемость верхнемеловых известняков приводит к необходимости проведения соляно-кислотных обработок, вследствие чего при испытании во многих случаях получены воды неустановившегося химического состава. Минерализация вод верхнемеловых отложений Карабулак-Ачалукского месторождения изменяется от 42 до 53 *г/л*. По ионному составу это хлоридно-натриевые воды, характеризующиеся повышенным содержанием сульфатов (до 1,34%-экв). Воды такого же состава были получены при испытании скважин на Заманкульском месторождении и Серноводской площади.

Пресные воды верхнемеловых отложений также развиты в районах Северо-Восточного Дагестана, где они встречены на территориях Миатлинской антиклинали, Кукурттаусского поднятия, Буйнакской синклинали, Губденского тектонического выступа, месторождения Салтабак-Гаша и частично Селли. В сводовых частях Кукурттауской и Эльдамаской структур распространены воды довольно пестрого химического состава — от сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-натриевых (Селли) и хлоридно-магниево-натриевых (Талги) до гидрокарбонатно-хлоридно-натриевых (Заузанбаш) и хлоридно-натриевых (Эльдама), что, по-видимому, обусловлено смешением поверхностных и глубинных вод, поступающих по многочисленным разрывным нарушениям из более глубоких горизонтов нижнемеловых и юрских отложений.

Весьма интересно изменение минерализации вод месторождений Гаша и Селли. В сводовой части структуры Селли в маастрихт-кампанском водоносном горизонте распространены воды с минерализацией от 12 до 31 *г/л*. Наиболее высокоминерализованные воды установлены в скважинах 3 и 20, расположенных в непосредственной близости от сбросового нарушения в северо-восточной части свода. Вместе с увеличением глубины залегания и резким снижением трещиноватости верхнемеловых отложений в пределах юго-восточного окончания структуры происходит увеличение минерализации (до 37—47 *г/л*). Совершенно идентичны по химическому составу верхнемеловым водам месторождения Селли воды Аджиноурского поднятия. Однако последние характеризуются несколько меньшей величиной минерализации — 8,16—9,5 *г/л*.

В пределах Восточной антиклинальной зоны третичных предгорий Дагестана, несмотря на сравнительно неглубокое залегание (до 800 *м*) верхнемеловых отложений, в них распространены хлоридно-натриевые воды с минерализацией до 81,2 *г/л*. Минерализованные воды часто содержат в значительных количествах микроэлементы: йода — до 40 *мг/л*, брома — 200,8 *мг/л*. В области поверхностного залегания пород пресные воды верхнемеловых отложений насыщены преимущественно азотом. С погружением водоносного горизонта газовый состав их закономерно изменяется. Так, в районе Минераловодского выступа в газовом составе появляется сероводород от следов до 2—3 *мг/л* в Ессентуках и до 11 *мг/л* в Кумагорске. Во многих скважинах здесь получены углекислые минеральные воды (Ессентуки, Железноводск, Суркульско-Кум-

ская площадь) с содержанием свободной углекислоты от следов до 2—2,2 *г/л*. На большей части территории Предкавказья высокоминерализованные воды верхнемеловых отложений насыщены углеводородными газами с содержанием метана до 88,2—99,5%.

В зоне активного водообмена водоносный горизонт получает питание за счет инфильтрационных атмосферных и речных вод. В долинах рек и в балках он дренируется. Вследствие этого водопроницаемые породы верхнего мела в области поверхностного залегания хорошо промыты и содержат пресные воды. Зона слабо замедленного водообмена располагается узкой полосой к северу от выходов верхнемеловых отложений на поверхность, значительно расширяясь в пределах южных частей Адыгейского и Минераловодского выступов, Восточно-Кубанского прогиба, Дагестанского клина и, по-видимому, Надзорненского поднятия.

Наличие обширной зоны опресненных вод в верхнемеловых отложениях Адыгейского и Минераловодского выступов, Восточно-Кубанского прогиба и Дагестанского клина всецело определяется благоприятными условиями движения подземных вод. В пределах этой зоны широко распространены высоконапорные воды с минерализацией до 5,8 *г/л*. Зона затрудненного водообмена прослеживается в виде узкой полосы к северу от зоны слабо замедленного водообмена. В нее входят Нижне-Баканская площадь, месторождения Крымское и Мирная Балка, южная часть Ейско-Березанского вала и поднятия Салтабак-Гаша, Селли, Экендиль и Аджиноур на территории предгорного Дагестана. В этой зоне воды имеют уже минерализацию до 28 *г/л*. Зона весьма затрудненного водообмена прослеживается на большей части описываемой территории. Она установлена в пределах северной части Ейско-Березанского вала, на севере и востоке Центрального Предкавказья, в Терско-Кумской впадине, на территории погребенного вала Карпинского, Терско-Сунженской области и третичных предгорий Дагестана.

От областей питания воды движутся в направлении на север, северо-запад и северо-восток к районам разгрузки. Наиболее благоприятные условия для движения подземных вод в верхнемеловых отложениях так же, как и в нижнемеловых, существуют в районах выступов (Адыгейского, Минераловодского, Дагестанского и др.), способствующих значительному продвижению относительно опресненных вод. Так, в районе Адыгейского выступа и к северо-западу от него опресненные воды продвинулись далеко на северо-запад, вплоть до Каневского месторождения, расположенного на юге Ейско-Березанского района. К северу и востоку от зоны опресненных вод минерализация последних закономерно растет. Область разгрузки подземных вод находится на севере территории. Разгрузка происходит посредством перетока вод в вышележащие водопроницаемые горизонты более молодого возраста. Как возможные районы разгрузки верхнемеловых вод можно, в частности, отметить Бейсугскую антиклинальную складку Ейско-Березанского вала, Белоглинское и Бузгинское поднятия погребенного вала Карпинского. В пределах Минераловодского выступа и Дагестанского клина имеются и открытые области их разгрузки (табл. 31, 32).

Водоносный комплекс нижнемеловых отложений (Cr_1)

Нижнемеловые отложения в центральной и восточной частях Северного Кавказа представлены всеми ярусами, которые подразделены на три крупных литологических комплекса: карбонатный, песчано-алеврито-карбонатный и песчано-глинистый. Мощность их достигает 1350 *м*.

Таблица 31

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений верхнего мела (Cr_2) в области поверхностного распространения

Номер водопункта на карте	Местоположение родника	Абсолютная отметка выхода родника, м	Литологический состав водовмещающих пород	Дебит, л/сек	Температура воды, °С	Сухой остаток, мг/л	Жесткость воды, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в %-экв)						Формула Курлова
								Cl^-	SO_4^{--}	HCO_3^-	Na^++K^+	Mg^{++}	Ca^{++}	
	Краснодарский край													
1	Совхоз «Абрау-Дюрсо»	200	Мергели	3	–	349	6,38	21/8	25/8	342/84	8/6	118/86	6/8	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{84}SO^4_8Cl_8}{Mg_{88}Ca_{8}(Na+K)_6}$
7	В 3 км к югу от станицы Шалсутской	90	Алевролиты	0,33	–	400	3,2	71/27	10/3	320/70	97/56	60/40	3/4	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{70}Cl_{27}SO^4_3}{(Na+K)_{56}Mg_{40}Ca_4}$
	Ставропольский край													
17	Западная окраина сел. Каш-Хабль	586	Трещиноватые известняки	4–5	–	380	6,49	26/10	34/10	345/80	15/9	13/15	109/76	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{80}SO^4_{10}Cl_{10}}{Ca_{75}Mg_{15}(Na+K)_9}$
15	В 7 км к ВЮВ от аула Красновосточного	1440	То же	10	–	281	5,55	5/3	21/8	305/89	1/1	19/28	80/71	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{89}SO^4_8Cl_3}{Ca_{71}Mg_{28}(Na+K)_1}$
	Кабардино-Балкарская АССР													
18	В 5,5 км к ЗЮЗ от сел. Гунделен	930	Известняки	10–122	–	1773	16	14/1	1106/83	267/16	297/45	151/41	71/14	$M_{1,8}\frac{SO^4_{83}HCO^3_{16}Cl_1}{(Na+K)_{55}Mg_{41}Ca_{14}}$
19	В 7,5 км к ЮЗ от с. Советского, ист. «Бабугенский»	900	Песчаники	115,8	–	365	6,0	16/7	166/53	165/40	13/9	18/23	90/68	$M_{0,4}\frac{SO^4_{53}HCO^3_{40}Cl_7}{Ca_{53}Mg_{38}(Na+K)_9}$

								Северная Осетия							
21	Поселок Тамиск	700	Известняки	1,5	—	335	5,4	5/2	104/36	224/62	5/4	103/90	3/6	$M_{0,3}$	$\frac{HCO^3_{62}SO^4_{36}Cl_2}{Mg_{90}Ca_6(Na+K)_4}$
23	В 6 *км* к югу от станицы Тарской	954,4	Мергелистые известняки	80—280	—	208	3,7	7/5	30/16	183/79	2/2	54/70	13/28	$M_{0,2}$	$\frac{HCO^3_{79}SO^4_{16}Cl_5}{Mg_{70}Ca_{28}(Na+K)_2}$
								Чечено-Ингушская АССР							
27	В 1,4 *км* к югу от с. Башанкалой	1600	То же	3,48	—	2200	41,5	151/14	1236/86	—	—	68/16	736/84	$M_{2,2}$	$\frac{SO^4_{86}Cl_{14}}{Ca_{84}Mg_{16}}$
								Дагестанская АССР							
30	В 6,5 *км* к ЮЮЗ от сел. Касумкент	—	•	0,12	—	6653	59	321/7	2080/37	3580/56	1510/66	352/3	600/31	$M_{6,6}$	$\frac{HCO^3_{56}SO^4_{37}Cl_7}{(Na+K)_{66}Ca_{31}Mg_3}$
31	В 3,2 *км* к ЮЗ от сел Шиляги	650	Песчанки	0,02	10	587	7,7	22/5	91/26	512/69	102/37	60/40	56/23	$M_{0,6}$	$\frac{HCO^3_{69}SO^4_{26}Cl_5}{Mg_{40}(Na+K)_{37}Ca_{23}}$
36	Северо-вост окраина, сел. Акуша, у моста	1000	Известняки	0,7	13	165	3,8	2/2	2/2	192/96	7/10	3/8	55/82	$M_{0,2}$	$\frac{HCO^3_{96}SO^4_2Cl_2}{Ca_{82}(Na+K)_{10}Mg_8}$

Таблица 32

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений верхнего мела (Cr_2) в области погружения

Номер водопункта по карте	Местоположение скважины	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водоносных пород	Глубина появления воды (числитель), установившийся уровень воды (знаменатель), м	Дебит, л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек м	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель - в мг/л, знаменатель - в % -экв)						Формула Курлова
									Cl⁻	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Na+K	Mg	Ca	
	Краснодарский край														
1	В 1 км к северу от вокзала здания новой Мацесты	13,99	Известняки	101 / +22,01	27 / 22,0	1,2	6 169	0,990	3013 / 95	3 / –	356 / 5	1 898 / 76	92 / 7	377 / 17	$M_{6,2}\frac{Cl_{95}HCO^3_5}{(Na+K)_{76}Ca_{17}Mg_7}$
2	Новая Мацеста, скв 4	6,78	То же	130 / +27,27	14,4 / –	–	5 613	0,965	3297 / 95	–	336 / 5	1 656 / 72	93 / 8	399 / 20	$M_{5,6}\frac{Cl_{95}HCO^3_5}{(Na+K)_{72}Ca_{20}Mg_8}$
7	Лабинская скв 1		„	258	–	–	10 612	1,51	5065 / 76	360 / 6	1537 / 18	4 252 / 90	5 / –	22,3 / 1	$M_{10,6}\frac{Cl_{76}HCO^3_{18}SO^4_6}{(Na+K)_{90}Ca_1}$
8	Город Новороссийск, скв 179	180	„	107 / +0,1	0,02 / сам.	–	1 800	–	– / 50	– / 6	– / 44	– / 100	–	–	$M_{1,8}\frac{Cl_{50}HCO^3_{44}SO^4_6}{(Na+K)_{90}}$
				315 / -13,1	0,91 / сам.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
				405 / +20	0,1 / сам.	–	804	–	216,3 / 30	–	372,3 / 70	462 / 100			$M_{0,9}\frac{HCO^3_{70}Cl_{30}}{(Na+K)_{100}}$
				567 / -55	1,24 / сам.	–	1 506	–	549,6 / 42	–	1 262,7 / 58	325,7 / 100			$M_{1,5}\frac{HCO^3_{58}Cl_{42}}{(Na+K)_{100}}$
9	Город Новороссийск, скв. 190	108	„	136 / -32	2,14	–	400	–	– / 14	– / 86	– / –	– / 100			$M_{0,4}\frac{SO^4_{86}Cl_{14}}{(Na+K)_{100}}$

				280–415 / –34	2,52 / 30	–	400	–	24,8 / 26	11,5 / 8	280 / 66	158,7 / 100			$M_{0,4}\frac{HCO^3_{66}Cl_{26}SO^4_8}{(Na-K)_{100}}$
				430–490	1,88	–	400	–	24,8 / 12	9,9 / 4	298,9 / 84	156 / 100			$M_{0,4}\frac{HCO^3_{84}Cl_{12}SO^4_4}{(Na+K)_{100}}$
				580–106 / 33,2	4 / 35	–	400	–	24,8 / 11	16,5 / 6	323,3 / 73	172,5 / 100			$M_{0,4}\frac{HCO^3_{73}Cl_{11}SO^4_6}{(Na-K)_{100}}$
				656–681 / 23,15	0,64 / 42,7	–	400	–	24,8 / 16	8,2 / 3	317,2 / 76	158,7 / 100			$M_{0,4}\frac{HCO^3_{76}Cl_{16}SO^4_3}{(Na-K)_{100}}$
				724–933 / 34,9	4,06 / 30	–	357	–	24,8 / 18	11,5 / 10	305 / 72	167,9 / 100			$M_{0,4}\frac{HCO^3_{72}Cl_{18}SO^4_{10}}{(Na-K)_{100}}$
10	Станица Крымская, скв. 5			850–891	–	–	17 507	65,38	10 027 / 92	76 / 1	1 342 / 7	5 544 / 79	187 / 5	1002 / 16	$M_{17,5}\frac{Cl_{92}HCO^3_7SO^4_1}{(Na-K)_{79}Ca_{15}Mg_5}$
12	Станица Зыбза, Глубокий Яр, скв. 665			2410	–	–	50 940	60,68	29 324 / 96	802 / 2	1 051 / 2	19 205 / 93	209 / 2	873 / 5	$M_{50,9}\frac{Cl_{95}SO^4_2HCO^3_2}{(Na+K)_{93}Ca_5Mg_2}$
13	Станица Березовская, скв 2	30		–	0,02 / –		21 000	1,54	10 034 / 80	844 / 5	3 222 / 15	8 444 / 99	5 / –	22 / 1	$M_{21,0}\frac{Cl_{80}HCO^3_{15}SO^4_5}{(Na+K)_{99}Ca_1}$
14	Станица Бейсугская, скв 5			1593 / 1616	–	–	10 960	1,03	6 028 / 97	107 / 1	317 / 2	4 650 / 99	5 / –	12 / 1	$M_{11,0}\frac{Cl_{97}HCO^3_2SO^4_1}{(Na+K)_{99}Ca_1}$
15	Каневское месторождение, скв 1			1441 / 1462	–	–	15 480	2,06	7 261 / 82	2084 / 17	98 / 1	6 045 / 99	3 / –	35 / 1	$M_{15,5}\frac{Cl_{82}SO^4_{17}HCO^3_1}{(Na+K)_{99}Ca_1}$
17	Ясенская площадь, скв 1	–	–	1820–1837	–		59 020	155,8	36 400 / 99	196 / –	368 / 1	21 420 / 84	604 / 4	212,6 / 12	$M_{59,0}\frac{Cl_{99}HCO^3_1}{(Na+K)_{84}Ca_{12}Mg_4}$

Ставропольский край

18	В 3,2 км на СЗ от с. Этока	704,18	Известняки трещиноватые	14,8 / фон.	0,53 / 3,2	0,17	466	–	19 / 15	84 / 69	13 / 16	5 / 1	33 / 14	319 / 85	$M_{0,5}\frac{SO^4_{69}HCO^3_{16}Cl_{15}}{Ca_{85}Mg_{14}(Na+K)_1}$

Номер водопункта по карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, *м*	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), установившийся уровень воды (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек* (числитель), понижение, *м* (знаменатель)	Удельный дебит, *л/сек*	Сухой остаток, *мг/л*	Жесткость общая, *мг-экв/л*	Содержание ионов (числитель — в *мг/л*, знаменатель — в %-экв)						Формула Курлова
									$Cl^{'}$	$SO_4^{''}$	$HCO_3^{'}$	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	
22	Георгиевская скв. 3	161,97	Известняки трещиноватые	1665 / +500	0,01 / 500	0,00005	78 288	121,11	47 282 / 99	378 / 1	344 / —	27 927 / 90	220 / 2	2308 / 8	$M_{78,3}\frac{Cl_{99}SO^4{}_1}{(Na+K)_{90}Ca_8Mg_2}$
23	Кавминводская опорная скв. 1	669,7	—	288,8 / —29,8	2,02 / 75	0,04	7 889	10,96	4 464 / 64	34 / 1	1449 / 35	2 491 / 90	70 / 5	105 / 5	$M_{7,9}\frac{Cl_{64}HCO^3{}_{35}SO^4{}_1}{(Na+K)_{90}Mg_5Ca_5}$
27	Юго-вост. окраина пос. Виноградные Сады	601,4	Песчаник глауконитов. кварцевый	560 / +21	0,17 / 43,5	0,004	1 902	—	530 / 52	17,5 / 23	441 / 25	618 / 97	5 / 1	11 / 2	$M_{1,9}\frac{Cl_{52}HCO^3{}_{25}SO^4{}_{23}}{(Na+K)_{97}Ca_2Mg_1}$
42	Станица Суворовская	445,9	Песчаник мелкозернистый	1042 / +160	1,23 / —	0,008	1 864	0,6	475 / 62	155 / 14	329 / 24	497 / 97	4 / 1	6 / 2	$M_{1,9}\frac{Cl_{62}HCO^3{}_{24}SO^4{}_{14}}{(Na+K)_{97}Ca_2Mg_1}$
43	Суркульско-Кумская площадь, скв. 2	417,2	Известняки трещиноватые	628,5 / +400	74,50 / 400	0,18600	8 832	—	1 721,5 / 30	89 / 1	6881 / 69	3 472 / 93	9 /	100 / 7	$M_{8,8}\frac{HCO^3{}_{69}Cl_{30}SO^4{}_1}{(Na+K)_{93}Ca_7}$
45	Ровненская площадь, скв. 3	—	»	1911 / 2065	—	—	22 700	15,66	13 420 / 95	259 / 2	753 / 3	7 830 / 89	38 / 1	818 / 10	$M_{22,7}\frac{Cl_{95}HCO^3{}_3SO^4{}_2}{(Na+K)_{89}Ca_{10}Mg_1}$
47	Отказненская площадь, скв. 5	198,9	»	3025 / —	0,017 / пер.	—	65 000	242,5	39 006 / 98	330 / 1	415 / 1	20 660 / 77	313 / 3	4351 / 20	$M_{65,0}\frac{Cl_{98}SO^4{}_1HCO^3{}_1}{(Na+K)_{77}Ca_{20}Mg_3}$
49	Северо-Ставропольская площадь, скв. 161	385	»	1722 / —	0,02 / 130	0,00020	43 583	39,0	26 240 / 99	—	610 / 1	16 349 / 95	141 / 2	548 / 3	$M_{43,6}\frac{Cl_{99}HCO^3{}_1}{(Na+K)_{95}Ca_3Mg_2}$
51	Чкаловская площадь, скв. 7	199,7	»	2750 / +20	0,017 / 20	0,00080	30 545	38,5	17 905 / 95	21 / 1	1171 / 4	11 293 / 93	51 / 1	690 / 6	$M_{30,5}\frac{Cl_{95}HCO^3{}_4SO^4{}_1}{(Na+K)_{93}Ca_6Mg_1}$
55	Мирненская площадь, скв. 15	+256,33	»	2493	0,01	0,00001	62 400	61,1	37 566 / 99	74 / —	439 / 4	23 520 / 94	328,3 / 3	685,4 / 3	$M_{62,4}\frac{Cl_{99}HCO^3{}_1}{(Na+K)_{94}Ca_3Mg_3}$

К западу от Минераловодского выступа разрез нижнемеловых отложений начинает испытывать значительные литофациальные изменения и, в районах северо-западного окончания Главного Кавказского хребта, при огромной их мощности, достигающей 4000—5000 *м*, они представлены однообразными пелитовыми осадками — сидеритовыми глинами. Основными водоносными породами являются доломитизированные известняки валанжина, пески и песчаники готеривских, барремских, аптских и альбских отложений.

На северном склоне Кавказского хребта, где нижнемеловые отложения выходят на поверхность, по балкам и долинам рек к ним приурочены родники пресных и минерализованных вод. Дебиты родников весьма разнообразны — от долей до 58—202 *л/сек*. Наибольшей водообильностью отличаются известняки валанжина в районах к юго-западу от Кисловодска и Нальчика.

В районах поверхностного залегания нижнемеловых отложений наряду с пресными встречаются воды с повышенной (до 23 *г/л*) минерализацией. По химическому составу пресные и слабо минерализованные воды весьма разнообразны: сульфатно-гидрокарбонатно-натриевые, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевые, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевые, гидрокарбонатно-кальциевые и др. Воды повышенной минерализации, как правило, относятся либо к хлоридно-гидрокарбонатно-натриевым, либо к хлоридно-натриевым. Родники с повышенной минерализацией вод обычно связаны с тектоническими разломами в сводах антиклинальных поднятий, а в районах Северо-Западного Кавказа — с проявлениями грязевого вулканизма.

В районах моноклинального залегания нижнемеловых отложений распространены родники с пресными водами. На Северо-Западном Кавказе воды родников (Шапсугских, Семигорских, Запорожских) содержат в повышенных количествах йод (до 20,1 *мг/л*), бром (до 34,1 *мг/л*), бор и другие микроэлементы.

В области глубокого погружения, в южных районах Северо-Западного Кавказа, воды нижнемеловых отложений вскрыты и опробованы многими скважинами на Варениковской, Гладковской, Убинской и других структурах. На Варениковской площади нижнемеловые отложения были опробованы скв. 1 в интервале 1908—1960 *м*; скважина самоизливалась пресной водой с дебитом 0,09—0,1 *л/сек*. На Гладковской и Красно-Партизанской структурах отдельные скважины вскрыли водоносные горизонты в апт-альбских отложениях на глубинах 150—280 *м*; воды их хлоридно-гидрокарбонатно-натриевого состава с минерализацией 5,7—7 *г/л*. Хлоридно-натриевые воды (25—27 *г/л*) были также выведены из аптских отложений структурными скважинами на Убинской площади. Таким образом, в пределах Северо-Западного Кавказа наблюдается резкое увеличение минерализации вод в северном направлении (рис. 22).

В районах Адыгейского выступа и в юго-восточной части Западно-Кубанского прогиба многие скважины дали притоки минерализованных термальных вод из песчаников готерива, баррема и апт-альба. Дебиты их изменяются от 0,1—0,2 до 35—50 *л/сек*. Многие скважины фонтанировали горячей водой с температурой на устье от 40—50 до 80—90° С. Наиболее высокая температура вод отмечается в скважинах Майкопского месторождения и Тульско-Курджипской площади Адыгейского выступа. Воды нижнемеловых отложений в пределах последней отличаются высокими напорами. На крайнем юго-востоке, в пределах

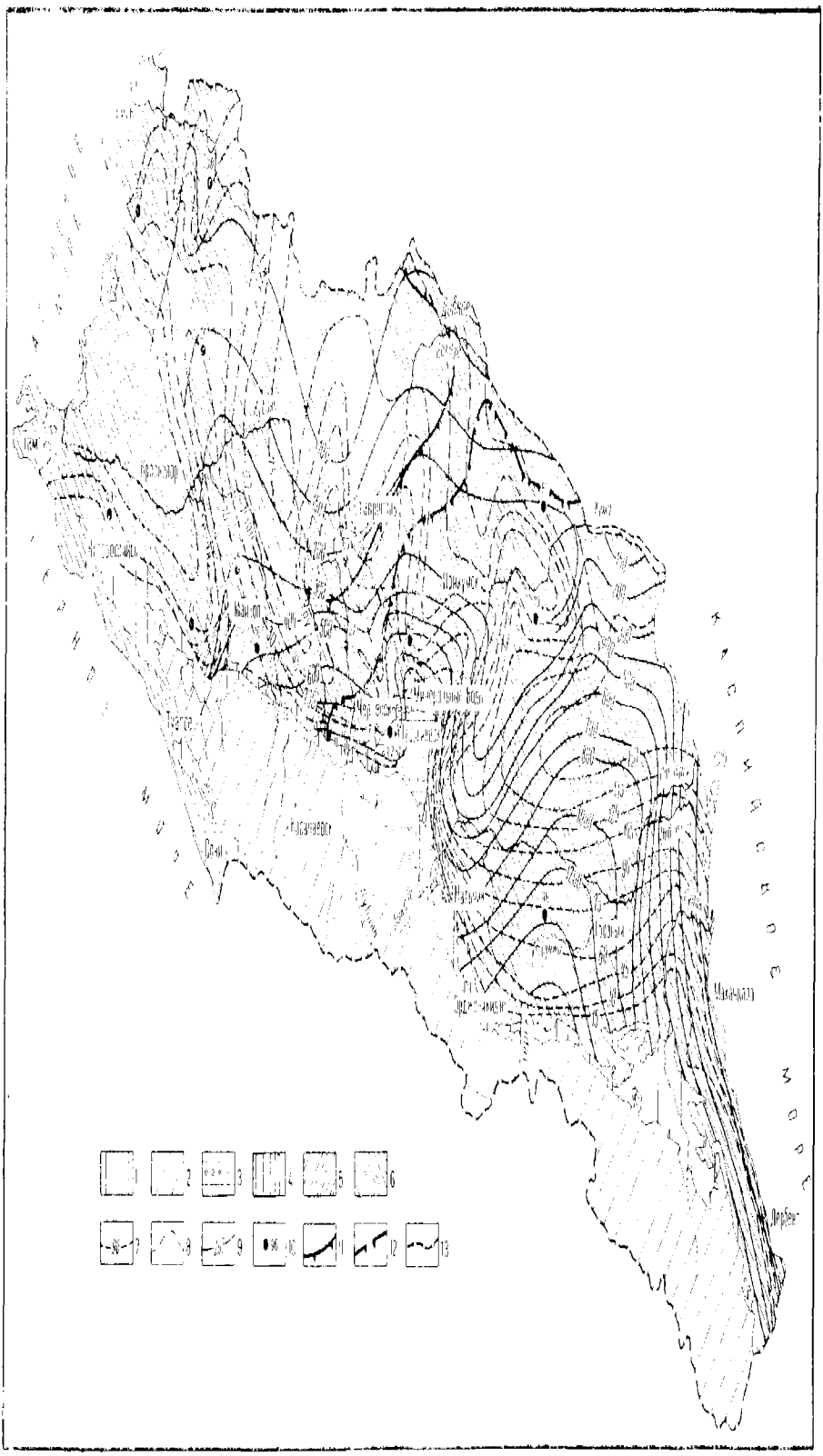


Рис. 22. Схематическая карта пьезоизогипс и химического состава вод отложений нижнего мела (Составили Г. М. Сухарев, Ю. К. Тарануха, Н. С. Погорельский)

1 — область поверхностного распространения отложений нижнего мела, *2* — область развития более древних отложений. Химический состав вод: *3* — гидрокарбонатно-сульфатно-натриевый; *4* — гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый, *5* — хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый; *6* — хлоридно-натриевый, *7* — изолинии минерализации, *г/л*, *8* — граница гидрохимических зон.

Прочие обозначения: *9* — пьезоизогипсы, *абс. отм.*; *10* — скважина и ее номер, *11* — западная граница распространения артезианского водоносного комплекса, *12* — западная граница распространения водоносных горизонтов неокома, *13* — граница территории Северного Кавказа

Беслинеевско-Шедокской площади, пьезометрические уровни вод устанавливаются на абсолютных отметках 700 *м* и более, к северу-северо-западу они понижаются до 311 *м* (на Майкопском месторождении) и в районе Ширванско-Безводненского месторождения продолжают понижаться в направлении с востока на северо-запад Воды нижнемеловых отложений в большинстве районов Адыгейского выступа отличаются сравнительно невысокой минерализацией (до 15 *г/л*) По составу они гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые Общая минерализация вод нижнемеловых отложений западнее Ширванско-Безводненского месторождения увеличивается в направлении с юга на север-северо-запад В целом же в пределах рассматриваемого района по мере погружения нижнемеловых отложений наблюдается довольно резкое увеличение минерализации вод Воды с минерализацией до 15 *г/л* распространяются далеко на север-северо-запад до площади Великой и далее к северо-западу Интересно отметить, что зона распространения вод нижнемеловых отложений высокого напора и сравнительно невысокой минерализации приурочена к области погребенных поднятий, разобщающих Западно-Кубанский прогиб от Восточно-Кубанского

В пределах Ейско-Березанского района наиболее полно изучены воды базального горизонта Верхняя его часть, представленная алевролитами и песчаниками, относится к альбскому ярусу, средняя, выраженная песчано-глинистыми породами, к альб-апту, а нижняя, названная эффузивно-осадочным комплексом, уже к юре С этим горизонтом связаны крупные залежи газа на Березанском, Челбасском, Сердюковском, Каневском, Крыловском, Ленинградском, Старо-Минском и Кущевском месторождениях, в пределах которых законтурные и приконтурные скважины при опробовании его дали притоки минерализованных вод Воды из этого горизонта были также получены на Ново-Минской, Ясенской и других площадях Дебиты скважин изменяются от 0,005—0,01 до 3—4 *л/сек* и редко превышают 0,1 *л/сек* Многие скважины фонтанировали минерализованной водой Температура воды на устьях скважин обычно невысокая и только по отдельным высокодебитным скважинам достигала 42—66,5° С Абсолютные отметки пьезометрических уровней вод отложений базального горизонта изменяются от 167,6 *м* на Березанском месторождении до 57 *м* на Кущевской площади В целом они закономерно понижаются на север и северо-запад от Березанского месторождения На площади, расположенной между Челбасским и Старо-Минским газовыми месторождениями, по имеющимся данным, намечается зона распространения вод более высокого напора по сравнению с районами, расположенными к западу и востоку от этих месторождений Общая минерализация вод отложений базального горизонта изменяется от 16,5 до 72—75 *г/л* и увеличивается с юга на север, северо-запад и северо-восток, достигая наибольших значений в пределах Ленинградского и Старо-Минского месторождений, Ясенской и Воронцовской площадей При этом отчетливо намечаются отдельные аномалии в распределении минерализации вод Так, по направлениям Березанское месторождение — Кущевская площадь, Челбасское — Старо-Минское месторождения, Каневское месторождение — Щербинская площадь воды относительно меньшей минерализации, по сравнению с водами окружающих районов, распространяются далеко на север-северо-восток Интересно отметить, что первым двум направлениям соответствуют и повышенные напоры вод На территории Ейско-Березанского района в нижнемеловых отложениях

широко распространены хлоридно-натриевые воды, минерализация которых изменяется от 27 до 75 *г/л*.

В пределах отдельных месторождений при эксплуатации газовых скважин из базального горизонта были получены также конденсатные воды. Последние отличаются низкой минерализацией (0,15—0,52 *г/л*) и пестрым химическим составом. С течением времени минерализация этих вод может увеличиваться вследствие продвижения высокоминерализованных законтурных вод и смешения их с конденсатными.

В районах Восточно-Кубанского прогиба нижнемеловые отложения испытаны на площадях Советской и Лабинской. Несмотря на глубокое погружение альбских отложений, при опробовании интервала 2510—2515 *м* на Советской площади получены хлоридно-натриевые воды с минерализацией 10 *г/л*. По своей характеристике они идентичны водам юрских отложений, полученным на этой же площади. К юго-западу от Армавирского района на Лабинской площади в отложениях аптского яруса залегают воды с минерализацией 31 *г/л*.

Воды нижнемеловых отложений Минераловодского выступа слабо минерализованные (0,7—5,8 *г/л*) и имеют пестрый химический состав. В пределах Ставропольского сводового поднятия и Терско-Кумской впадины они сменяются водами повышенной и высокой минерализации.

В районах Минераловодского выступа абсолютные отметки пьезометрических уровней вод изменяются от 1000 до 800 *м* и понижаются в направлении с юга на север. В пределах Черкасского поднятия (моноклиналь северного склона Кавказского хребта) абсолютные отметки пьезометрических уровней вод нижнемеловых отложений достигают 745,5 *м*. К северу и северо-востоку от моноклинали северного склона Кавказского хребта и Минераловодского палеогенового выступа абсолютные отметки пьезометрических уровней вод нижнемеловых отложений закономерно понижаются до 55 *м* (на Бузгинском поднятии погребенного вала Карпинского). В долине р. Кумы, на участке между г. Георгиевском и с. Величаевским, установлены воды более высокого напора по сравнению с районами, расположенными к северо-западу и юго-востоку.

В районах, прилегающих к моноклинали северного склона Кавказского хребта и Минераловодскому выступу (на участке Черкесск—Невинномысск), пьезометрический уклон достигает 0,0090, а к северу понижается до 0,0025 (на участке Невинномысск—Северо-Ставропольское газовое месторождение). Совсем незначительный пьезометрический уклон (менее 0,00006) характерен для северных районов Ставрополья. К северо-востоку от Минераловодского выступа пьезометрический уклон сначала понижается от 0,0048 (на участке Нагутская опорная скважина — г. Прикумск) до 0,00038 (между г. Прикумском и с. Величаевским), далее к северу он достигает 0,0015 (на участке между с. Величаевским и Бузгинским поднятием).

При испытании скважин в районах Ставропольского сводового поднятия, Минераловодского выступа и Терско-Кумской впадины из нижнемелового водоносного комплекса получены притоки минерализованных вод с дебитами от долей до 16 *л/сек* и температурой воды на устье до 20—100° С. На территории Ставропольского поднятия (за исключением Надзорненского и Невинномысского районов), в пределах Терско-Кумской впадины и районов погребенного вала Карпинского в нижнемеловом комплексе распространены воды с высокой минерализацией, которая в целом увеличивается в направлении на

север и северо-восток, достигая максимальных значений 132—147 *г/л*. В Надзорненском районе Ставропольского сводового поднятия отмеченная закономерность несколько нарушается. Здесь получают распространение воды хлоридно-гидрокарбонатно-натриевого состава с минерализацией 2,2—20 *г/л*.

К северо-востоку от Минераловодского выступа вплоть до г. Прикумска и с. Величаевского распространены воды относительно меньшей минерализации по сравнению с водами в районах, примыкающих к этому участку. Понижение минерализации вод наблюдается в районах Промысловско-Бузгинской зоны, что связано с весьма своеобразной историей геологического развития этого района.

В районах Терско-Дагестанской нефтегазоносной области нижнемеловые отложения вскрыты и опробованы как в непосредственной близости от области их раскрытого залегания (у пос. Белая Речка, г. Нальчика и на антиклинальных поднятиях Датых, Эльдама, Селли, Гильяр), так и в районах их глубокого погружения и значительного удаления от области питания в пределах Сунженского Передового хребта и антиклинальных зон Дагестана. В районах Черногорской моноклинали и Передовых хребтов отмечаются наиболее высокие абсолютные отметки пьезометрических уровней вод (до 1497,2 *м*).

В области, примыкающей непосредственно к районам раскрытого залегания отложений нижнего мела, распространены воды с минерализацией от 1,70 *г/л* (Белореченские термы) до 18—20 *г/л* (города Нальчик, Селли), а на небольшом удалении от выходов рассматриваемых осадков минерализация вод быстро возрастает до 74—82 *г/л*. Высокоминерализованные воды нижнемеловых отложений в повышенных количествах содержат йод (2—67 *мг/л*), бром (5—368,8 *мг/л*), бор и некоторые другие микроэлементы.

В районах поверхностного залегания воды нижнемеловых отложений насыщены азотом и реже углекислотой и сероводородом. Так, газы, растворенные в водах Гладковских, Семигорских, Шапсугских и Запорожских источников, по составу углекисло-азотные с содержанием углекислоты до 70—72%. Выходы минеральных сероводородных источников, связанных с барремскими и аптскими отложениями, известны в междуречье Пшеха—Белая (Нефтянские, Нижнегородские, Абадзехские и Войтинские). Углекислые воды встречены в валанжинских известняках в районе г. Кисловодска. По данным В. Н. Корценштейна (1960), воды, насыщенные почти исключительно углекислотой (до 4 *г/л*, скв. 1 КМВ), распространены и в области погружения валанжинского яруса под более молодые отложения в пределах Минераловодского выступа. На большей части территории Предкавказья погружение нижнемеловых отложений сопровождается изменением газового состава вод от азотно-метанового, метаново-азотного до метанового. Так, в Нагутской опорной скважине воды барремского яруса насыщены азотно-метановыми газами с содержанием метана до 32,4%. На месторождениях Дагестанские Огни, Хошмензил и Гильярской площади спонтанные газы по составу относятся к метановым (метана от 67 до 97,3%) с небольшой примесью гомологов метана — от 0,5 до 5,2%. Сильно минерализованные воды нижнемеловых отложений на большей части территории Терско-Кумской впадины обильно насыщены углеводородными газами с содержанием тяжелых углеводородов до 33,1% (месторождение Озек-Суат). Обильно насыщены растворенными газами и воды базального горизонта Западного Предкавказья. В составе растворенных газов преобладает метан (до 95%); содержание гелия равно 0,022%, аргона — 0,022%. Упругость раство-

ренных газов на Челбасском месторождении достигает 225 *атм*, на Ленинградском — 205 *атм*, на Каневском — 90 *атм* и на Старо-Минском — 178 *атм* Всюду она меньше пластового давления

Приведенные выше сведения позволяют в нижнемеловом комплексе наметить определенную гидродинамическую и гидрохимическую зональность в распределении различных типов подземных вод

Зона активного водообмена приурочена к области раскрытого залегания нижнемеловых отложений Здесь происходит питание водоносных горизонтов нижнего мела водами атмосферных осадков и рек По долинам рек и в балках водоносные горизонты дренируются Вследствие этого водосодержащие породы нижнего мела оказались хорошо промытыми и во многих районах северного склона Кавказского хребта содержат пресные воды Зона слабозамедленного водообмена располагается узкой полосой к северу от выходов нижнемеловых отложений на поверхность, значительно расширяясь в южной части Адыгейского и Минераловодского выступов, Восточно-Кубанского прогиба, Надзорненского поднятия и Дагестанского клина В пределах этой зоны широко распространены высоконапорные слабо минерализованные воды Наличие обширной зоны опресненных вод в этих районах всецело определяется благоприятными условиями движения подземных вод Локальная зона опресненных вод нижнемеловых отложений, установленная в районе с Надзорного, обусловлена дополнительным питанием водоносных горизонтов нижнего мела поверхностными водами р Кубани (Мирошников, 1958, Сухарев, Мирошников, 1963) Зона затрудненного водообмена прослеживается в виде узкой полосы к северу от зоны слабо замедленного водообмена В эту зону, в частности, попадают северные районы Адыгейского выступа и южная часть Ейско-Березанского вала Зона весьма затрудненного водообмена прослеживается на большей части описываемой территории

От областей питания движение вод нижнемеловых отложении происходит в направлении на север и северо-восток, к районам разгрузки Наиболее благоприятные условия для движения подземных вод существуют в районах меридиональных выступов (Адыгейского, Минераловодского, Дагестанского и др), способствующих значительному продвижению относительно опресненных вод далеко к северо-западу, северу и северо-востоку Так, от районов Адыгейского выступа движение подземных вод происходит в направлении на северо-запад вдоль южной части Ейско-Березанского вала к северо-западу и северо-востоку от станицы Березанской по направлению к Старо-Минскому месторождению На пути подземного потока встречаются преграды (тектонические нарушения, залежи нефти и газа), меняющие направление его и влияющие на изменение напоров, минерализацию и химический состав вод Один из районов разгрузки нижнемеловых отложений расположен в пределах структур погребенного вала Карпинского и, в частности, в районе Бузгинского поднятия (Сухарев, 1954, Анисимов, 1961, Сухарев, Плющенко, 1962, Сухарев, Мирошников, 1964) В предапшеронское время сводовая часть этого поднятия была размыта вплоть до нижнемеловых (альбских) отложений Последние в своде структуры залегают на глубине около 50 *м* и перекрываются песчано-глинистыми осадками апшеронских и четвертичных отложений Поскольку абсолютные отметки пьезометрических уровней вод апшеронских отложений в районе Бузгинского поднятия не превышает 10 *м*, сильно минерализованные воды меловых и палеогеновых отложений, обладающие напором свыше 50 *м*, могут свободно перетекать в апшеронский водоносный горизонт (табл 33, 34)

Водоносные комплексы юрских отложений (J)

Юрские отложения, мощность которых достигает 7000 *м*, широкой полосой выходят на дневную поверхность в горной части Северного Кавказа. К северу, при погружении их, происходит постепенное выпадение из разреза ряда горизонтов, вплоть до полного выклинивания в районах Западного Предкавказья, Ставропольского поднятия и Терско-Кумской впадины.

Не останавливаясь на характеристике нормального разреза юры, описанного выше в специальном разделе, заметим, что рассматриваемый водоносный комплекс подразделяется на водоносные толщи: верхне-, средне- и нижнеюрских отложений. Верхне- и среднеюрские отложения заключают в себе целый ряд водоносных горизонтов, часть из которых является и нефтегазоносными.

Водоносный комплекс верхнеюрских отложений (J_3). На северном склоне Кавказского хребта к песчаникам келловея, известняково-доломито-мергельной толще оксфорд-кимериджа и гипсо-ангидритам титона приурочены многочисленные родники. Дебиты их изменяются от 0,1—0,15 до 500—1000 *л/сек*. Наиболее крупные родники (Церик-Кель, Кара-Су, Редантские и др.) *приурочены к зонам интенсивной* трещиноватости и закарстованности. Воды холодные (6—16° С).

В области глубокого залегания на юге Западного и Центрального Предкавказья (Севастопольско-Баракаевская, Ярославская, Черкесская, Фроловская и другие площади) при опробовании верхнеюрских отложений были получены притоки вод с дебитом до 17 *л/сек*. Наиболее значительные дебиты вод зафиксированы при испытании скважин на Севастопольско-Баракаевской (скв. В-16) и Ярославской (скв. 11) площадях Адыгейского выступа. Максимальные абсолютные отметки пьезометрических уровней вод в пределах моноклинали северного склона Кавказа, Адыгейского и Минераловодского выступов достигают значений 750—800 *м*, к северу и северо-востоку (Армавирская площадь) они понижаются до 277 *м* (В. С. Котов, 1961).

В районах поверхностного залегания к верхнеюрским отложениям приурочены пресные и слабо минерализованные воды. По составу они преимущественно гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевые, сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевые и сульфатно-кальциевые и др. Минерализация их изменяется от 0,3 до 3,5 *г/л*. Пресные и слабо минерализованные гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые воды выведены отдельными структурными скважинами с глубины 300—450 *м* на Беслинеевско-Шедокской и Баракаевской площадях.

В зоне погружения юрских отложений под более молодые, даже в непосредственной близости к их выходам на поверхность, распространены сильно минерализованные воды. И только по долине р. Белой, на юге Абадзехской площади, скважины 20 и 21 встретили на глубинах от 650 до 1030 *м* в отложениях титонского яруса сульфатно-натриевые, сульфатно-хлоридно-натриевые и хлоридно-сульфатно-натриевые воды с минерализацией 4,7—6,0 *г/л*. В западных районах Адыгейского выступа с погружением водоносного горизонта наблюдается увеличение минерализации вод с юго-востока на северо-запад от 7,73 до 33,3 *г/л*. Воды этих районов хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые и хлоридно-натриевые. Наиболее полные сведения имеются по II горизонту келловейского яруса Баракаевского месторождения. Минерализация их изменяется в пределах 40—92 *г/л*.

На Ярославской площади из гипсово-ангидритовой толщи титона получены рассолы (383 *г/л*). В пределах Армавирской площади, не-

Таблица 33

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений нижнего мела (Cr_1) в области поверхностного распространения

Номер водопункта	Местоположение родника	Абсолютная отметка выхода родника, м	Литологический состав подземвещающих пород	Дебит, л/сек	Температура, °С	Сухой остаток, мг/л	Жесткость воды, мг экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в %-экв): Cl	SO_4^{2-}	HCO_3	Na+K	Mg	Ca	Формула Курлова
								Краснодарский край						
1	В 2 км к СВ от пос Холодного	470	Конгломераты	1	–	441	4,8	12/4	40/10	423/86	87/45	82/49	9/6	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{36}SO^4_{13}Cl_4}{Mg_{49}(Na+K)_{45}Ca_6}$
4	В 9 км к ЗЮЗ от пос Горячий Ключ	120	Сидеритов отложения	8,4	–	436	6,45	6/2	40/10	452/88	45/24	104/60	15/16	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{33}SO^4_{10}Cl_2}{Mg_{50}(Na+K)_{24}Ca_{15}}$
6	В 5 км к СЗ от пос Курджипского	605	Песчаники, алевролиты	6	–	301	5,2	18/8	17/6	317/86	19/14	64/54	25/32	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{36}Cl_8SO^4_6}{Mg_{52}Ca_{32}(Na+K)_{14}}$
7	В 12 км к ЮЗ от г Нефтегорска	600	Известняки	4,17	–	452	3,9	71/25	16/4	342/71	91/50	66/42	32/8	$M_{0,5}\frac{HCO^3_{71}Cl_{25}SO^4_4}{(Na+K)_{50}Mg_{42}Ca_8}$
9	В 4 км к СЗ от с Дзыхра	300	Песчаники флиша	0,5	–	301	5,41	7/3	12/4	329/93	12/9	103/88	3/3	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{93}SO^4_4Cl_3}{Mg_{88}(Na+K)_9Ca_3}$
10	В 2 км к ЮВ от с Марьино	400	Песчано-глинистые отложения	1	–	128	6,6	7/8	6/5	134/87	4/6	40/79	4/15	$M_{0,1}\frac{HCO^3_{87}Cl_8SO^4_5}{Mg_{79}Ca_{15}(Na+K)_6}$
11	В 4 км к СВ от с Лазаревского	120	Песчаники	5	–	143	2,32	7/7	8/6	146/87	10/16	41/74	3/10	$M_{0,1}\frac{HCO^3_{57}Cl_7SO^4_6}{Mg_{74}(Na+K)_{16}Ca_{10}}$
12	В 2,8 км к ЮЗ от станицы Абадзехской	350	Песчано-глинистые отложения	1,2	–	842	2,4	310/37	137/12	701/51	3/91	32/7	10/2	$M_{0,8}\frac{HCO^3_{51}Cl_{37}SO^4_{12}}{(Na+K)_{91}Mg_7Ca_2}$

	Ставропольский край														
14	В 1 км к западу от аула Красновосточного	1100	Трещиноватые известняки	0,4	–	375	6,74	7/3	56/11	354/93	10/6	14/16	111/78	$M_{0,4}$	$\frac{HCO^3_{93}SO^4_{14}Cl_3}{Ca_{70}Mg_{16}(Na+K)_6}$
15	В 7 км к ВЮВ от аула Красновосточного	1440	То же	10	–	281	5,55	5/3	21/8	305/89	1/1	19/28	80/71	$M_{0,3}$	$\frac{HCO^3_{89}SO^4_8Cl_3}{Ca_{71}Mg_{28}(Na+K)_1}$
16	Село Учкекен, в 2,2 км к ЮВ от с. Учкекен	1080	Песчаники	2,3	–	350	6,5	7/3	8/2	406/95	9/6	15/17	107/77	$M_{0,3}$	$\frac{HCO^3_{95}Cl_3SO^4_2}{Ca_{77}Mg_{17}(Na+K)_6}$
	Кабардино-Балкарская АССР														
18	В 5,5 км к ЗЮЗ от с. Гунделен	930	Известняки	10–12	–	1773	16	14/1	1106/83	267/16	297/45	151/11	71/14	$M_{1,8}$	$\frac{SO^4_{58}HCO^3_{16}Cl_1}{(Na+K)_{45}Mg_{41}Ca_{14}}$
19	В 7,5 км к ЮЗ от с. Советского	900	Песчаники	115,8	–	385	6,0	16/7	166/53	165/40	13/9	18/23	90/68	$M_{0,4}$	$\frac{SO^4_{58}HCO^3_{40}Cl_2}{Ca_{63}Mg_{28}(Na+K)_9}$
	Северная Осетия														
21	Поселок Тамиск	700	Известняки	1,5	–	385	5,4	5/2	104/36	224/62	5/4	103/90	3/6	$M_{0,3}$	$\frac{HCO^3_{62}SO^4_{36}Cl_2}{Mg_{90}Ca_{6}(Na+K)_4}$
22	В 4,5 км к северу от с. Балта	1010	»	15	–	216	4	–	27/15	219/85	0,08/1	77/92	3/7	$M_{0,2}$	$\frac{HCO^3_{85}SO^4_{15}}{Mg_{92}Ca_{7}(Na+K)_1}$
23	В 6 км к югу от станицы Таргской	954,4	Мергелистые известняки	80–280	–	208	3,7	7/5	30/16	183/79	2/2	54/70	13/28	$M_{0,2}$	$\frac{HCO^3_{79}SO^4_{16}Cl_5}{Mg_{70}Ca_{28}(Na+K)_2}$
	Чечено-Ингушская АССР														
27	В 8 км к СВ от с. Итум-Кале	1600	Известняки	3,48	–	2200	41,5	151/14	1296/86	–	–	68/16	736/84	$M_{2,2}$	$\frac{SO^4_{58}Cl_{14}}{Ca_{84}Mg_{16}}$

Номер водопункта	Местоположение родника	Абсолютная отметка выхода родника, *м*	Литологический состав водовмещающих пород	Дебит, *л/сек*	Температура °С	Сухой остаток, *мг/л*	Жесткость воды, *мг экв/л*	Содержание ионов (числитель — в *мг/л*, знаменатель — в %-экв)						Формула Курлова
								Cl	SO_4''	HCO_3'	Na + K	Mg	Ca	
28	Аул Чуной	1100	Известняки	10—13	—	1900	27,1	1200/92	147/8	—	6/1	4/2	547/97	$M_{1,9}\frac{Cl_{92}SO^4{}_8}{Ca_{97}Mg_2(Na+K)_1}$
					Дагестанская АССР									
31	В 3,2 *км* к ЮЗ от с Шиляги	650	Песчаники	0,02	10	587	7,7	22/5	91/26	512/69	102/37	60/40	56/23	$M_{0,6}\frac{HCO^3{}_{69}SO^4{}_{26}Cl_5}{Mg_{40}(Na+K)_{37}Ca_{23}}$
34	Юго-восточнее с Чахтукиа	950	Известняки	5	—	330	5,7	10/5	40/12	317/83	15/9	33/38	76/53	$M_{0,3}\frac{HCO^3{}_{83}SO^4{}_{12}Cl_5}{Ca_{53}Mg_{38}(Na+K)_9}$
36	Сев.-вост окраина с Акуша, у моста	1000	„	0,7	13	165	3,8	2/2	2/2	192/96	7/10	3/8	5/82	$M_{1,6}\frac{HCO^3{}_{96}SO^4{}_2Cl_2}{Ca_{82}(Na+K)_{10}Mg_8}$
37	В 4,5 *км* к западу от сел Бутау	1540	Алевролиты	0,1	10	286	5,4	7/4	68/26	232/70	1/1	22/33	72/66	$M_{0,3}\frac{HCO^3{}_{70}SO^4{}_{26}Cl_4}{Ca_{66}Mg_{33}(Na+K)_1}$

смотря на глубокое погружение верхнеюрских (титонских) отложений, распространены слабо минерализованные (4,7 *г/л*) хлоридно-натриевые воды, наличие которых можно связать с дополнительным питанием водоносных горизонтов верхнеюрских отложений опресненными водами образований эоцен-палеоцена и верхнего мела Этому способствует несогласное залегание последних на ряде площадей Армавирского района на отложениях юрского возраста, обусловленное либо полным отсутствием, либо прерывистым распространением водоупорных осадков нижнего мела

К юго-западу от Армавирского района на Лабинской площади, где не сказывается опресняющее влияние вод эоцен-палеоцена и верхнего мела, в отложениях келловейского яруса залегают воды с минерализацией 40 *г/л* Эти воды характеризуются невысоким и почти равным между собой содержанием сульфат-иона, гидрокарбонат-иона и иона магния (0,52—0,64%-экв) На Фроловской и Черкесской площадях отмечается увеличение минерализации вод верхнеюрских отложений, одновременно с увеличением глубины вскрытия водоносного горизонта, от 22,65 до 57,59 *г/л* По составу это хлоридно-натриевые воды В пределах Минераловодского выступа в верхнеюрских отложениях намечается зона распространения сравнительно слабо минерализованных вод (6 *г/л*) гидрокарбонатно-хлоридно-натриевого состава, которая к северу сменяется зоной вод повышенной минерализации (21 *г/л*) хлоридно-натриевого состава

Движение вод происходит в северо-западном, северном и северо-восточном направлениях На большей части территории в связи с выклиниванием верхнеюрских отложений происходит переливание вод в отложения средней юры (в Терско-Кумском артезианском бассейне) и в отложения верхнего мела (в Азово-Кубанском артезианском бассейне) (табл 35, 36)

Водоносный комплекс среднеюрских отложений (J_2) На северном склоне северо-западной и центральной частей Главного хребта, где среднеюрские отложения представлены песчано-глинистыми сланцами, они могут рассматриваться как водоупор В восточных районах Северного Кавказа отложения средней юры представлены в основном глинистыми и алевролитовыми породами, общая мощность которых в Дагестане достигает 3200 *м* В зонах тектонических нарушений Дагестана к ним приурочено довольно большое количество родников, дебиты которых изменяются от долей до 4 *л/сек*, а температура воды составляет 10—36° С

В области глубокого погружения на северном склоне Кавказского хребта и Адыгейского выступа среднеюрские отложения опробованы на Баракаевской, Советской, Армавирской, Фроловской и Черкесской площадях Наиболее значительные дебиты вод (до 4 *л/сек*) зафиксированы при испытании скважин на Фроловской (скв 3, 4) и Черкесской (скв 4) площадях При испытании III горизонта бат-байосского яруса на Баракаевском месторождении получены незначительные притоки самоизливающихся вод с дебитом 0,03—0,1 *л/сек* (скв 2, 14, 22, 27)

Воды среднеюрских отложений отличаются высокими напорами (15—200 *м*) Абсолютные отметки пьезометрических уровней достигают 700—750 *м* Температура воды на устьях самоизливающихся скважин Фроловской и Черкесской площадей равна 35—41° С

В районах поверхностного залегания среднеюрских отложений в них встречаются пресные, реже минерализованные воды, гидрокарбонатно-натриевого, гидрокарбонатно-кальциевого и гидрокарбо-

Таблица 34

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений нижнего мела (Cr_1) в области погружения

Номер скважины по кадастру	Местоположение скважины	Абсолютная отметка устья скважины, *м*	Литологический состав водовмещающих пород и возраст водоносных пород	Глубина до воды (числитель), установившийся уровень (знаменатель), *м*	Дебит (числитель) понижение, *м* (знаменатель)	Дебит, *л/сек*	Сухой остаток, *мг/л*	Жесткость *мг экв/л*	Содержание ионов (числитель—в *мг/л*, знаменатель—в %-экв)						Формула Курлова
									Cl'	SO_4''	HCO_3'	$Na+K$	Mg	Ca	
	Краснодарский край														
1	Старая Мацеста	—	Известняки	555	25,4	5,7	4 246	18,2	2 475 / 95	1 / —	273 / 5	1 311 / 76	64 / 7	259 / 17	$M_{4,2}\frac{Cl_{95}HCO^3{}_5}{(Na+K)_{76}Ca_{17}Mg_7}$
5	Северо-зап часть станицы Бесленеевской	506	Пески, песчаники	28	0,1	—	329	6,3	14 / 30	12 / 21	366 / 49	8 / 7	23 / 28	89 / 65	$M_{0,3}\frac{HCO^3{}_{49}Cl_{30}SO^4{}_{21}}{Ca_{65}Mg_{28}(Na+K)_7}$
17	Ширваиско-Безводнеиское м-ние	—	То же	1900 / —	—	—	13 848	11,6	7 575 / 92	403 / 3	683 / 5	5 319 / 96	34 / 1	176 / 3	$M_{13,8}\frac{Cl_{92}HCO^3{}_5SO^4{}_3}{(Na+K)_{96}Ca_3Mg_1}$
20	Мириая балка, скв 2	—	Апт	540 / —	—	—	14 440	3,20	7 380 / 84	—	2343 / 16	5 837 / 98	20 / 1	31 / 1	$M_{14,4}\frac{Ca_{84}HCO^3{}_{16}}{(Na+K)_{98}Mg_1Ca_1}$
25	Лабинская, скв 1	—	Альб	2546	—	—	31 532	29,8	18 508 / 99	199 / —	414 / 1	12 075 / 94	83 / 2	460 / 4	$M_{31,5}\frac{Cl_{99}HCO^3{}_1}{(Na+K)_{94}Ca_4Mg_2}$
26	Советская, скв 1	—	»	2510			10 500	4,74	5 141 / 82	400 / 4	1464 / 14	4 142 / 96	4 / —	89 / 4	$M_{10,5}\frac{Cl_{62}HCO^3{}_{14}SO^4{}_4}{(Na+K)_{96}Ca_4}$
27	Ровненская, скв 1	—	Апт	2273			32 152	28,51	18 652 / 96	385 / 2	499 / 2	12 329 / 94	52 / 1	485 / 5	$M_{32,1}\frac{Cl_{96}SO^4{}_2HCO^3{}_2}{(Na+K)_{94}Ca_5Mg_1}$
36	Челбасское м-ние, скв 15	+32	Альб	2197 / +102	3,72 / 102	0,03	19 598	10,7	10 992 / 94	139 / 1	1147 / 5	7 704 / 96	36 / 1	154 / 3	$M_{19,6}\frac{Cl_{94}HCO^3{}_3SO^4{}_1}{(Na+K)_{96}Ca_3Mg_1}$

38	Ленинградское м-ние, скв. 3	—	»	2245 / —			61 914	83,10	37 230 / 100	24 / —	73 / —	25 248 / 92	444 / 4	932 / 4	$M_{61,5}$	$\frac{Cl_{100}}{(Na+K)_{92}Mg_7Ca_1}$
39	Бейсугская, скв. 5	—	»	1761 / —			17 885	12,78	10 424 / 98	36 / —	488 / 2	6 954 / 96	35 / 1	202 / 3	$M_{17,9}$	$\frac{Cl_{98}HCO^3_2}{(Na+K)_{96}Ca_3Mg_1}$
40	Ясенская, скв. 1	—	—	2210 / —			70 135	196,5	42 364 / 98	46 / —	345 / 2	24 117 / 84	750 / 6	2686 / 10	$M_{70,1}$	$\frac{Cl_{98}HCO^3_2}{(Na+K)_{84}Ca_{12}Mg_2}$

Ставропольский край

45	Село Красный Восток	874	Апт	135 / −66,6	0,49 / 66	0,007	1 948	1,3	323 / 26	909 / 54	415 / 20	489 / 94	9 / 4	11 / 2	$M_{1,9}$	$\frac{SO^4_{54}Cl_{24}HCO^3_{20}}{(Na+K)_{91}Mg_5Ca_2}$
47	Нагутская опорная скв. 1	+331	»	1397 / 480	5 / 480	0,01	700		— / 10	— / 41	— / 49	— / 86	— / 5	— / 9	$M_{0,7}$	$\frac{HCO^3_{49}SO^4_{41}Cl_{10}}{(Na+K)_{86}Ca_{10}Mg_5}$
48	Северо-Нагутская, скв. 6	389,3	»	9402 / +127	0,04 / 127	0,00001										
				2691	—	—	72 700		43 794 / 99	43 / —	707 / 1	28 156 / 93	179 / 2	1194 / 5	$M_{22,7}$	$\frac{Cl_{99}HCO^3_1}{(Na+K)_{94}Ca_5Mg_2}$
50	В 5,8 км на СЗ от г. Кисловодска	777,2	Известняки	214	0,23	0,004	797	8,3	97 / 20	265 / 39	342 / 41	128 / 40	47 / 28	89 / 32	$M_{0,8}$	$\frac{HCO^3_{72}SO^4_{26}Cl_{29}}{(Na+K)_{46}Ca_{36}Mg_{28}}$
57	Город Кисловодск, левый берег р. Березовки	832,0	Валанжин, известняки	88,12 / 8,80	0,35 / 8,80	0,04	702	10,24	12 / 3	314 / 41	366 / 56	19 / 5	48 / 37	126 / 58	$M_{0,7}$	$\frac{HCO^3_{55}SO^4_{41}Cl_5}{Ca_{58}Mg_{37}(Na+K)_5}$
61	В 63 км к западу от пос. Важный	971,7	Валанжин, известняки, песчаники	588 / 16	0,14 / 0,7	0,2	339	5,9	4 / 3	10 / 3	403 / 94	23 / 16	74 / 62	27 / 22	$M_{0,3}$	$\frac{HCO^3_{94}SO^4_3Cl_3}{Mg_{52}Ca_{29}(Na+K)_{19}}$

Номер скважины по кадастру	Местоположение скважины	Абсолютная отметка устья скважины, *м*	Литологический состав водовмещающих пород и возраст водоносных пород	Глубина до воды (числитель), установившийся уровень (знаменатель), *м*	Дебит (числитель) понижение, *м* (знаменатель)	Дебит, *л/сек*	Сухой остаток *мг/л*	Жесткость *мг экв/л*
63	Юго-вост склон горы Лысой	592,9	Альб, песчаники	Самоизлив	0,026	—	1 423	3,01
64	Село Винсады, скв 10	601	Альб, песчаники	922 / +222	4,08	0,01	1 034	
66	Надзорненская, скв 1	—	Альб	893			2 635	2,36
67	Чкаловская, скв 8	—	Баррем-ский ярус	3719			93 504	103,73
68	Прасковейское м-ние, скв 16	99,8	Апт	3434	—	—	95 682	212,67
69	Правокумское м-ние, скв 1	107,4		— / +17,5	0,12 / 17,5	0,01		131,092
70	Ачикулакское м-ние, скв 23	—	Баррем	3544			87 434	261,51
72	Озек-Суатское, скв 11	—	Неокомские отложения	3400 / —			108 873	557,08
77	Зимняя ставка, скв 2	—	Баррем	3110 / —			117 494	546,49

Содержание ионов (числитель— в *мг/л*, знаменатель—в %-экв)						Формула Курлова
Cl	SO_4''	HCO_3'	Na +K	Mg	Ca	
249/30	451/40	413/30	465/87	13/5	39/8	$M_{1,4}\frac{SO^4_{40}Cl_{30}HCO^3_{30}}{(Na+K)_{87}Ca_8Mg_5}$
120/21	415/53	256/26	358/96	13/4	—	$M_{1,0}\frac{SO^4_{53}HCO^3_{26}Cl_3}{(Na+K)_{96}Mg_4}$
859/64	494/2	736/34	879/94	19/4	16/2	$M_{2\ 6}\frac{Cl_{64}HCO^3_{34}SO^4_2}{(Na+K)_{94}Ca_2Mg_4}$
56 911/100	39/—	49/—	34 564/94	175/1	1 791/5	$M_{93\ 5}\frac{Cl_{100}}{(Na+K)_{94}Ca_5Mg_1}$
57 440/99	7/—	451/1	33 957/86	322/2	3 730/12	$M_{95\ 6}\frac{Cl_{99}HCO^3_1}{(Na+K)_{86}Ca_{12}Mg_2}$
79 517/98	227/1	79/1	40 131/75	588/2	10 591/23	$M_{131}\frac{Cl_{98}SO^4_1HCO^3_1}{(Na+K)_{75}Ca_{23}Mg_2}$
52 494/99	158/—	282/1	29 560/82	245/2	4 836/16	$M_{87,4}\frac{Cl_{99}HCO^3_1}{(Na+K)_{82}Ca_{16}Mg_2}$
66 340/99	23/—	84/1	31 613/70	476/2	10 379/28	$M_{108,9}\frac{Cl_{99}HCO^3_1}{(Na+K)_{70}Ca_{28}Mg_2}$
71 242/99	110/—	228/1	35 344/72	413/2	10 271/26	$M_{117,5}\frac{Ca_{99}HCO^3_1}{(Na+K)_{72}Ca_{26}Mg_2}$

80	Величаевская, скв. 4	33,4	Баррем	3198 / +60	1,8 / 60	0,03	100 844	295,6	65 869 / 98	48 / –	805 / 2	37 891 / 84	355 / 2	5 339 / 14	$M_{109,8}$	$\frac{Cl_{98}HCO^3_2}{(Na+K)_{84}Ca_{14}Mg_2}$
83	Белогаинская, скв. 3	46,3	Альб	1612 / –47,5	0,16 / –		96 600	254,42	58 390 / 98	25 / –	229 / 2	33 519 / 84	843 / 4	3 708 / 12	$M_{96,6}$	$\frac{Cl_{98}HCO^3_2}{(Na+K)_{81}Ca_{12}Mg_4}$
85	Ипатовская, опорная скв. 1	–	,	1973			81 283	184,86	48 364 / 98	651 / 1	483 / 1	28 816 / 86	761 / 4	2 450 / 10	$M_{81,2}$	$\frac{Cl_{98}HCO^3_1SO^4_1}{(Na+K)_{86}Ca_{10}Mg_4}$

Кабардино-Балкарская АССР

91	Село Белая Речка, восточная окраина	686,1	Апт	112	29	0,4	326	0,7	37 / 27	24 / 7	136 / 66	187 / 88	5 / 11	5 / 1	$M_{0,3}$	$\frac{HCO^3_{76}Cl_{22}SO^4_7}{(Na+K)_{88}Ca_{11}Mg_1}$
92	Село Долинское	543	Аргиллиты альба	2385 / –173	7,70 / т	0,05	17 841	21,7	10 674 / 99	–	308 / 1	6 559 / 94	–	409 / 6	$M_{17,8}$	$\frac{Cl_{99}HCO^3_1}{(Na+K)_{94}Ca_6}$
93	Село Каменномостское, скв. 13	850	Апт, песчаник	34–156 / –20	0,73 / 128	0,04	1 520	6,2	488 / 53	295 / 24	366 / 23	457 / 76	61 / 12	38 / 12	$M_{1,5}$	$\frac{Cl_{53}SO^4_{24}HCO^3_{23}}{(Na+K)_{78}Mg_{12}Ca_{12}}$
			Известняки	158–336 / +72	56,15 / 72	0,78	1 257	22,8	870 / 72	14 / 7	305 / 21	126 / 69	80 / 28	15 / 3	$M_{1,3}$	$\frac{Cl_{72}HCO^3_{21}SO^4_7}{(Na+K)_{58}Mg_{28}Ca_3}$

Чечено-Ингушская АССР

95	Село Датых, скв. 6	+572,6	Валанжин	1761 / +610	1,10 / 610	–	74 026	211,44	43 116 / 96	1473 / 3	634 / 1	35 005 / 84	326 / 2	3 669 / 14	$M_{74,0}$	$\frac{Cl_{96}SO^4_3HCO^3_1}{(Na+K)_{84}Ca_{14}Mg_2}$

Дагестанская АССР

99	Юго-западное крыло Хошмензилской структуры	–	Трещиноватые песчаники	640 / +1,5	3,3 / Самоизлив.	–	60 000	208,9	36 270 / 99	–	445 / 1	20 968 / 89	502 / 4	1 262 / 7	M_{60}	$\frac{Cl_{99}HCO^3_1}{(Na+K)_{88}Ca_7Mg_4}$
109	Селли, скв. 5	–	Неоком	2128 / –			20 546	9,92	11 186 / 90	24 / –	2026 / 10	8 142 / 96	27 / 0,6	154 / 3,4	$M_{20,5}$	$\frac{Cl_{90}HCO^3_{10}}{(Na+K)_{96}Ca_2Mg_1}$

Таблица 35

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений верхней юры (J_3) в области открытого залегания

Номер водопункта на карте	Местоположение родника	Абсолютная отметка выхода родника, м	Литологический состав водовмещающих пород	Дебит, л/сек	Температура, °С	Сухой остаток, мг/л	Жесткость воды, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в % экв)						Формула Курлова
								Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3	Na + K	Mg^{2+}	Ca	
Краснодарский край														
1	Село Либга	460	Известняки	0,2	—	158	2,73	4/4	16/10	159/86	10/12	40/62	9/26	$M_{0,2}\frac{HCO^-_{86}SO^{2-}_{10}Cl_4}{Mg_{62}Ca_{28}(Na+K)_{12}}$
3	Поселок Курджипский	847	„	1,5	—	406	5,1	35/15	100/26	244/59	53/30	83/54	13/16	$M_{0,4}\frac{HCO^-_{59}SO^{2-}_{26}Cl_{15}}{Mg_{54}(Na+K)_{30}Ca_{16}}$
7	В 6 км к ЮВ от станицы Баракаевской	769	Гипсы	1—2	—	1 910	28,6	43/4	1127/80	244/16	2/1	561/95	7/4	$M_{1,9}\frac{SO^{2-}_{80}HCO^-_{16}Cl_4}{Mg_{95}Ca_4(Na+K)_1}$
Ставропольский край														
15	В 8 км к СЗ от станицы Сторожевой	1 465,8	Песчаники	2	—	650	7,8	Следы/—	299/56	292/44	71/29	19/14	126/57	$M_{0,6}\frac{SO^{2-}_{56}HCO^-_{44}}{Ca_{57}(Na+K)_{29}Mg_{14}}$
17	В 6 км к СВ от станицы Зеленчуковской	1 500	Песчанистые известняки	0,3	—	280	2,71	5/6	25/12	226/82	37/36	6/11	44/53	$M_{0,2}\frac{HCO^-_{82}SO^{2-}_{12}Cl_6}{Ca_{53}(Na+K)_{36}Mg_{11}}$
22	В 10,5 км к Юз от с Учкекен	1 547	Песчаники	38,3	—	400	5,9	2/1	114/35	270/64	22/15	11/15	99/70	$M_{0,4}\frac{HCO^-_{64}SO^{2-}_{35}Cl_1}{Ca_{70}Mg_{15}(Na+K)_{15}}$
Кабардино-Балкарская АССР														
26	В 10 км к Юз от пос Хабаз	1 650	Известняки титона	203	—	280	4,88	1/1	18/8	280/91	4/3	12/20	78/77	$M_{0,3}\frac{HCO^-_{91}SO^{2-}_8Cl_1}{Ca_{77}Mg_{20}(Na+K)_3}$

28	В 9 км к СВ от пос. Угольного	980	Известняки титона	250	–	2 240	31,1	9/–	1355/91	171/9	4/5	61/16	523/79	$M_{2,2}$	$\frac{SO^4_{91}HCO^3_{9}}{Ca_{70}Mg_{16}(Na+K)_{5}}$
Северная Осетия															
36	Поселок Тамиск	720	То же	15	–	1 550	22,8	103/12	909/75	140/10	32/6	70/24	339/70	$M_{1,5}$	$\frac{SO^4_{75}Cl_{12}HCO^3_{10}}{Ca_{50}Mg_{24}(Na+K)_{6}}$
40	В 3,5 км к ССВ от с. Балта	777	„	21	–	270	4	7/5	12/6	231/89	4/2	7/17	69/81	$M_{0,3}$	$\frac{HCO^3_{90}SO^4_{5}Cl_{5}}{Ca_{91}Mg_{7}(Na+K)_{2}}$
Чечено-Ингушская АССР															
44	В 18,2 км к ЮВ от с. Датых	1 900	Известняки и доломиты	0,035	–	590	6,6	81/25	173/38	207/37	81/36	24/19	93/45	$M_{0,6}$	$\frac{SO^4_{38}HCO^3_{37}Cl_{25}}{Ca_{51}(Na+K)_{36}Mg_{13}}$
45	Село Ерел	1 100	То же	17,6	–	2 680	27,5	391/27	1257/60	327/17	332/33	9/3	536/64	$M_{2,7}$	$\frac{SO^4_{60}Cl_{23}HCO^3_{17}}{Ca_{67}(Na+K)_{26}Mg_{7}}$
47	Село Куанхидатль	900	Доломитизированные известняки	11,5	–	15 300	–	1344/32	3677/67	152/1	8739/83	188/3	1275/14	$M_{15,3}$	$\frac{SO^4_{67}Cl_{32}HCO^3_{1}}{(Na+K)_{93}Ca_{4}Mg_{3}}$

Таблица 36

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений верхней юры (J_3) в области погружения

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), установившийся уровень воды (знаменатель), м	Дебит, л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель—в мг/л, знаменатель—в %-экв) Cl^{-}	SO_4^{--}	HCO_3^{-}	$Na^{+}+K^{+}$	Mg^{++}	Ca^{++}	Формула Курлова
	Краснодарский край														
1	В 30 км к СЗ от станицы Каменномостской	−379	—	500	3,47 / —	—	32 945	23,0	19 430 / 97	384 / 1	702 / 2	12 160 / 93	215 / 3	406 / 4	$M_{32,9}\frac{Cl_{97}HCO^{3}_{2}SO^{4}_{1}}{(Na+K)_{93}Ca_{4}Mg_{3}}$
3	Баракаевская пл., скв. 21	−552,7	—	1190 / −180	2,89 / —	—	39 922	51,94	23 800 / 98	431 / 1	440 / 1	14 580 / 92	231 / 3	660 / 5	$M_{39,9}\frac{Cl_{98}SO^{4}_{1}HCO^{3}_{1}}{(Na+K)_{92}Ca_{5}Mg_{3}}$
5	Абадзехская пл., скв. 15	+324,6	—	1333 / —	0,55	—	26 723	—	15 100 / 94	1290 / 5	170 / 1	9 370 / 89	137 / 3	741 / 8	$M_{26,7}\frac{Cl_{94}SO^{4}_{5}HCO^{3}_{1}}{(Na+K)_{89}Ca_{8}Mg_{3}}$
11	Ярославская пл., скв. 11	—	—	2776 / —	—	—	349 428	4 913,6	230 500 / 98	460 / 2	183 / —	36 777 / 24	26 100 / 32	55 500 / 44	$M_{349,4}\frac{Cl_{98}SO^{4}_{2}}{Ca_{44}Mg_{53}(Na+K)_{24}}$
12	Лабинская пл., скв. 1	—	—	2739	—	—	39 980	47,5	23 758 / 96	426 / 2	439 / 2	14 687 / 92	93 / 1	797 / 7	$M_{39,9}\frac{Cl_{96}SO^{4}_{2}HCO^{3}_{2}}{(Na+K)_{92}Ca_{7}Mg_{1}}$
	Ставропольский край														
14	В 3 км к западу от пос. Важный	971,7	Песчаник	152,5 / −140	0,1 / 5	0,02	408	2,4	79 / 59	—	49 / 41	6 / 5	19 / 7	280 / 88	$M_{0,4}\frac{Cl_{53}HCO^{3}_{41}}{Ca_{83}Mg_{7}(Na+K)_{5}}$
21	Кавминводская опорная скв. № 1	—	Сланцы	1433 / —	—	—	6 130	37,40	1 056 / 28	970 / 18	3653 / 54	1 667 / 64	214 / 16	396 / 20	$M_{6,1}\frac{HCO^{3}_{54}Cl_{28}SO^{4}_{18}}{(Na+K)_{64}Ca_{20}Mg_{16}}$
22	Поселок Красновосточный	585	Брекчия	160 / 30	6 / 29	0,20	5 741	56,47	1 791 / 49	777 / 16	2239 / 35	1 078 / 45	241 / 19	735 / 36	$M_{5,7}\frac{Cl_{49}HCO^{3}_{45}SO^{4}_{16}}{(Na+K)_{45}Ca_{36}Mg_{19}}$

23	Поселок Красновосточный	944	Дресва	49/14	0,084/13	0,0065	744	4,97	87/20	240/41	298/39	169/60	–/–	99/40	$M_{0,7}\frac{SO^4_{41}HCO^3_{39}Cl_{20}}{(Na+K)_{60}Ca_{40}}$
30	Село Терезе	1 148,7	Конгломерат	67/60	14,3/60	0,24	1 360	21,5	10/1	568/49	695/50	45/8	64/22	326/70	$M_{1,3}\frac{HCO^3_{50}SO^4_{49}Cl_1}{Ca_{70}Mg_{22}(Na+K)_9}$
31	В 15 км к ЮЗ от г. Кисловодска, правый берег р. Березовки	1229,76	Песчаник	14,0/+1,2	0,35/4,1	0,08	1 484	16,0	129/13	344/27	976/60	249/40	73/23	200/37	$M_{1,5}\frac{HCO^3_{60}SO^4_{27}Cl_{13}}{(Na+K)_{40}Ca_{37}Mg_{21}}$
32	В 4,3 км к югу от г. Кисловодска, правый берег р. Березовки	988,56	"	26,96/+10	0,3/10	0,03	3 328	34,64	30/2	2032/82	512/16	389/33	113/18	508/49	$M_{3,3}\frac{SO^4_{82}HCO^3_{16}Cl_2}{Ca_{49}(Na+K)_{33}Mg_{18}}$
41	Черкесская, скв. 4	619,5	"	1156/100	4,41	0,04	22 330	170,18	13 399/98	224/1	149/1	7 040/76	380/8	1 211/16	$M_{22,3}\frac{Cl_{98}SO^4_1HCO^3_1}{(Na+K)_{76}Ca_{16}Mg_8}$
42	Нагутская, опорная скв. 1	331,1	"	1837/380	0,03		21 446	22,18	11 828/92	1234/7	271/1	7 855/94	76/2	318/4	$M_{21,4}\frac{Cl_{92}SO^4_7HCO^3_1}{(Na+K)_{94}Ca_4Mg_2}$

Кабардино-Балкарская АССР

43	В 3 км на ЮВ от станицы Хабаз	840	"	375/+10	2,5/10	0,25	3 310	–	418/19	282/10	2660/71	1 319/93	29/4	31/3	$M_{3,3}\frac{HCO^3_{71}Cl_{19}SO^4_{10}}{(Na+K)_{93}Mg_4Ca_3}$
48	В 6,6 км к СВ от с. Совхозного	645	Ангидрит	–/–52	0,07/67	0,001	11 132	14,35	20/3	686/80	183/17	80/19	30/14	238/67	$M_{1,1}\frac{SO^4_{80}HCO^3_{17}Cl_3}{Ca_{67}(Na+K)_{19}Mg_{14}}$

натно-кальциево-натриевого состава. Минерализация вод изменяется от 0,2 до 16 *г/л*, а с погружением пород увеличивается до 43—47 *г/л* на Черкесской и до 45—55 *г/л* на Фроловской площадях. Воды этих районов относятся к типу хлоридно-натриевых. На Баракаевском месторождении минерализация вод возрастает до 72—97 *г/л* в III горизонте бат-байоса и до 130 *г/л* в IV горизонте аалена.

В пределах Советской площади Армавирского района, несмотря на глубокое погружение среднеюрских отложений, распространены хлоридно-натриевые воды несколько пониженной минерализации (10 *г/л*). По своей характеристике они идентичны водам палеозойских отложений Невинномысской площади, но сравнительно невысокая минерализация их обусловлена дополнительным питанием водоносных горизонтов среднеюрских отложений опресненными водами эоцен-палеоцена и верхнего мела. В районах Терско-Кумского артезианского бассейна среднеюрские отложения вскрыты и опробованы рядом скважин на месторождениях Озек-Суат, Русский хутор, Южно-Сухокумском, Зимняя Ставка, Величаевском, Колодезном, Максимокумском, на Приозерской и Гороховской площадях и в артезианской опорной скважине. Притоки вод, как правило, незначительны: на месторождении Озек-Суат они составляли 0,03—0,7 *л/сек*, реже 2—2,5 *л/сек*, на Зимнеставкинском — до 0,6 *л/сек*, на Величаевском — до 0,3 *л/сек*, на Колодезном — 0,007—0,4 *л/сек*, на Максимокумском — до 0,7 *л/сек*.

Абсолютные отметки пьезометрических уровней вод составляют 259,9 *м* на Гороховской площади, 150—100 *м* на месторождении Озек-Суат и 80 *м* на месторождении Зимняя Ставка. Еще далее на север, уже в пределах погребенного вала Карпинского, наблюдается дальнейшее понижение абсолютных отметок пьезометрических уровней вод. Если на ряде месторождений Терско-Кумской впадины (Озек-Суат, Зимняя Ставка, Колодезное и др.) избыточные напоры в скважинах изменяются от 60 до 120 *м*, то в районах погребенного вала Карпинского и Северо-Западного Прикаспия, расположенных за пределами рассматриваемой территории, пьезометрические уровни устанавливаются на глубинах 10—40 *м* и даже 120 *м* (скв. 6 Ики-Бурул) ниже поверхности земли.

Минерализация вод среднеюрских отложений Терско-Кумской впадины, погребенного вала Карпинского и Северо-Западного Прикаспия увеличивается с юго-запада на северо-восток. Вследствие кратковременности опытных гидрогеологических работ в районах Терско-Кумской впадины часто отбирают пробы воды неустановившегося химического состава с минерализацией, нередко значительно отличающейся от минерализации естественных пластовых вод. Из большого аналитического материала по этому району выбраны наиболее достоверные анализы вод, которые легли в основу построения гидрохимической карты и вошли в табличное приложение.

Минерализация вод песчаных горизонтов среднеюрских отложений месторождения Озек-Суат увеличивается с юго-запада на северо-восток и изменяется для: I горизонта от 86 до 95 *г/л*, III горизонта от 87 до 110 *г/л*, IV горизонта от 94 до 110 *г/л*. Очень близки к ним воды, полученные при испытании V и VI—VII пластов. По химическому составу они хлоридно-натриевые. Воды юрских отложений Озек-Суата характеризуются почти полным отсутствием ионов SO_4'' (полностью восстановлены) и $HCO_3' + CO_3''$. Почти таким же химическим составом и минерализацией характеризуются воды юрских отложений Зимнеставкинского, Колодезного и Максимокумского месторождений. К северо-востоку и востоку от Озек-Суата наблюдается увели-

чение минерализации вод, которая на месторождениях Русский хутор и Южно-Сухокумском достигает 127—131 *г/л*.

Среднеюрские отложения вскрыты скважинами в области Дагестанского клина и третичных предгорий Дагестана. В непосредственной близости от выходов на поверхность они опробованы на площадях Заузанбаш, Эльдама, Рычал-Су и Гильяр. Скважины, как правило, фонтанируют с дебитом до 3,5—5 *л/сек*. В районах западной и восточной антиклинальных зон третичных предгорий Дагестана наряду с получением весьма незначительных притоков (0,0004 *л/сек*) отмечаются и довольно мощные дебиты (до 6,5 *л/сек*). Наиболее высокие напоры установлены в скважине 2-бис Ахты (1040 *м*) и на площади Рычал-Су (800 *м*). К западу и северо-западу от районов поверхностного залегания пород пьезометрические уровни постепенно понижаются и на месторождении Дузлак, по данным Г. М. Сухарева (1963), устанавливаются на абсолютной отметке примерно 720 *м*. В районах Северо-Восточного Дагестана значительно распространены слабо минерализованные воды. В пределах поднятия Эльдама минерализация вод возрастает соответственно увеличению глубины вскрытия водоносного горизонта от 16 до 31 *г/л*. На юге Дагестана в районах Рычал-Су и Гильяра в среднеюрских отложениях распространены воды с минерализацией 1—28 *г/л* гидрокарбонатно-натриево-кальциевого и хлоридно-натриевого состава. На месторождениях восточной антиклинальной зоны Дагестана — в Берикее, Дузлаке и Хошмензиле получены воды с минерализацией от 60 до 80 *г/л*.

Движение вод среднеюрского водоносного комплекса происходит в северо-западном, северном и северо-восточном направлениях. На большей части площади Азово-Кубанского артезианского бассейна и на территории Ставропольского поднятия среднеюрские отложения отсутствуют и воды их переливаются в нижнемеловые отложения (табл. 37, 38).

Водоносный комплекс нижнеюрских отложений (J_1). Нижнеюрские образования являются слабоводоносными. Приуроченные к ним родники связаны, как правило, с зонами тектонических нарушений или песчаными горизонтами. Дебиты их незначительны и только в единичных случаях достигают 0,5—0,7 *л/сек*. Температура вод весьма различна и варьирует от 3 до 16° С.

В области глубокого погружения нижнеюрских отложений они опробованы на Фроловской (скв. 4) и Черкесской (скв. 1, 4) площадях, где были получены самоизливающиеся воды с дебитом до 12 *л/сек* и температурой 36—47° С. Водопроницаемость отдельных песчаных горизонтов верхней и средней частей разреза изменяется от 44 до 339 *миллидарси*. Именно эти части разреза и характеризуются относительно высокой водообильностью. Напоры на устьях скважин изменяются от 25 до 121 *м*, а пьезометрические уровни вод устанавливаются на абсолютных отметках 784,6 *м* — на Фроловской и 767,5 *м* — на Черкесской площадях (рис. 23).

В районах поверхностного залегания нижнеюрских отложений наряду с пресными и слабо минерализованными водами встречаются воды высокой минерализации различного состава. Минерализация вод изменяется от 0,5 до 34 *г/л*. Пресные и слабо минерализованные воды по химическому составу весьма разнообразны: гидрокарбонатно-кальциево-магниевые, гидрокарбонатно-кальциевые, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевые, гидрокарбонатно-натриево-магниевые. Воды высокой минерализации — хлоридно-натриевые. Даже в области поверхностного распространения пород вместе с увеличением глу-

Таблица 37

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений средней юры (J_2) в области поверхностного распространения

Номер водопункта на карте	Местоположение родника	Абсолютная отметка выхода родника, м	Литологический состав водовмещающих пород	Дебит, л/сек	Температура, °С	Сухой остаток, мг/л	Жесткость, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в %-экв)						Формула Курлова
								Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	$Na^+ + K^+$	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
	Краснодарский край													
1	В 3,5 км к СВ от сел. Рожет	790	Глинистые сланцы	0,3	–	420	4,1	$\frac{35}{12}$	$\frac{47}{12}$	$\frac{366}{75}$	$\frac{87}{48}$	$\frac{43}{26}$	$\frac{24}{26}$	$M_{0,4}\frac{HCO_{75}^3SO_{12}^4Cl_{12}}{(Na+K)_{48}Mg_{26}Ca_{26}}$
	Ставропольский край													
2	В 4 км к ВСВ от станицы Преградной	1300	Песчаники	0,7	–	260	4,6	$\frac{3}{2}$	$\frac{10}{4}$	$\frac{268}{94}$	–	$\frac{30}{52}$	$\frac{14}{48}$	$M_{0,3}\frac{HCO_{94}^3SO_4^4Cl_2}{Mg_{52}Ca_{48}}$
3	В 6,5 км к ЗСЗ от окраины станицы Маруха	1000	Плитчато-слоистые алевролиты	0,3	–	210	4,1	$\frac{4}{3}$	$\frac{9}{4}$	$\frac{244}{93}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{23}{44}$	$\frac{41}{52}$	$M_{0,2}\frac{HCO_{93}^3SO_4^4Cl_3}{Ca_{52}Mg_{44}(Na+K)_4}$
	Кабардино-Балкарская АССР													
4	В 8,5 км к ЮВ от горы Голугарде	1800	Песчаники	0,5	–	280	4,32	$\frac{27}{14}$	$\frac{25}{10}$	$\frac{250}{76}$	$\frac{26}{20}$	$\frac{12}{18}$	$\frac{67}{62}$	$M_{0,3}\frac{HCO_{76}^3Cl_{14}SO_{10}^4}{Ca_{62}(Na+K)_{20}Mg_{18}}$
	Северо-Осетинская АССР													
5	В 4 км к СЗ от пос. Мизур	1800	Сланцы	–	–	740	1,8	–	$\frac{422}{75}$	$\frac{158}{25}$	$\frac{220}{75}$	$\frac{14}{5}$	$\frac{12}{20}$	$M_{0,7}\frac{SO_{75}^4HCO_{25}^3}{(Na+K)_{75}Ca_{20}Mg_5}$
8	В 1,6 км к ЮВ от сел. Тменикау	1550	Глинистые сланцы	0,16	–	1700	3,5	$\frac{923}{88}$	$\frac{40}{3}$	$\frac{115}{9}$	$\frac{589}{87}$	$\frac{10}{3}$	$\frac{56}{10}$	$M_{1,7}\frac{Cl_{88}HCO_9^3SO_3^4}{(Na+K)_{87}Ca_{10}Mg_3}$

							Чечено-Ингушская АССР							
9	В 3,5 *км* к СВ от сел. Итум-Кале	1650	Песчаники	3,5	—	2070	33,3	$\frac{151}{13}$	$\frac{1229}{76}$	$\frac{92}{11}$	—	$\frac{42}{10}$	$\frac{602}{90}$	$M_{2,0}\frac{SO^4_{76}Cl_{13}HCO^3_{11}}{Ca_{90}Mg_{10}}$
10	В 7,4 *км* к ЮЮВ от сел. Дарго	1149	Песчаники батского и байосского ярусов	25	—	268	3,34	$\frac{14}{8}$	$\frac{142}{61}$	$\frac{92}{31}$	$\frac{35}{31}$	$\frac{9}{14}$	$\frac{53}{55}$	$M_{0,3}\frac{SO^4_{61}HCO^3_{31}Cl_8}{Ca_{55}(Na+K)_{31}Mg_{14}}$
							Дагестанская АССР							
11	Сел. Чох-Коммуна	1000	Песчаники	0,02	—	5300	1,7	$\frac{1258}{37}$	—	$\frac{3343}{63}$	$\frac{2142}{98}$	$\frac{14}{1}$	$\frac{11}{1}$	$M_{5,3}\frac{HCO^3_{63}Cl_{37}}{(Na+K)_{98}Mg_1Ca_1}$
14	В 3,5 *км* к СЗ от сел. Кане-Сирати	1500	Известняки	0,5	—	1720	3,92	$\frac{165}{15}$	$\frac{345}{24}$	$\frac{1110}{61}$	$\frac{600}{87}$	$\frac{32}{9}$	$\frac{26}{4}$	$M_{1,7}\frac{HCO^3_{61}SO^4_{24}Cl_{15}}{(Na+K)_{87}Mg_9Ca_4}$
17	Вблизи селения Ялак, в балке Ялак-Кам	1920	Сланцы и песчаники	0,008	18	1850	9,36	$\frac{26}{2}$	$\frac{380}{24}$	$\frac{1488}{74}$	$\frac{551}{72}$	$\frac{82}{20}$	$\frac{53}{8}$	$M_{1,8}\frac{HCO^3_{74}SO^4_{24}Cl_2}{(Na+K)_{72}Mg_{20}Ca_8}$
18	В 1 *км* к югу от сел. Гиляр	—	Сланцы	3	34	9790	3,66	$\frac{4356}{73}$	$\frac{8}{1}$	$\frac{2806}{26}$	$\frac{3816}{98}$	$\frac{20}{1}$	$\frac{1}{1}$	$M_{9,8}\frac{Cl_{73}HCO^3_{26}SO^4_1}{(Na+K)_{98}Mg_1Ca_1}$

Таблица 38

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений средней юры в области погружения (J_2)

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), установившийся уровень воды (знаменатель), м	Дебит, л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость общая, мг экв/л	Содержание ионов (числитель – в мг/л, знаменатель – в %-экв)						Формула Курлова
									Cl'	SO_4''	HCO_3'	$Na+K$	Mg	Ca	
	Краснодарский край														
1	Баракаевская пл., скв 2	493,4	–	1380 / +200	0,05 / 200	0,002	–	–							
3	Советская пл., скв 1	–	–	2540	–	–	9 531	2,7	4 680 / 80	395 / 6	1415 / 14	3 704 / 98	37 / –	41 / 2	$M_{9,5}\frac{Cl_{80}HCO^3_{14}SO^4_6}{(Na+K)_{98}Ca}$
	Ставропольский край														
5	В 3,5 км к западу от пос Важный	986,8	Песчаник	231,3 / 153	0,016 / 35	0,0005	1 240	14,5	110 / 29	61 / 18	195 / 53	23 / 1	801 / 87	146 / 12	$M_{1,2}\frac{HCO^3_{53}Cl_{20}SO^4_{18}}{Mg_{87}Ca_{12}(Na+K)_1}$
8	Черкесская пл., скв 4	619,5	–	1220 / +118	4,30 / 118	0,03	45 520	16 305	27 997 / 98	132 / 1	155 / 1	14 429 / 79	602 / 6	2 326 / 15	$M_{45,5}\frac{Cl_{98}SO^4_1HCO^3_1}{(Na+K)_{79}Ca_{15}Mg_6}$
9	Максимокумское поднятие, скв 1	56,4	–	3251 / +50	–	–	–	–	–	–	–	–			
11	Озек-Суат пл., скв 5	28,74	–	3403 / +60	0,64 / 60	0,01	102 760	766,37	66 162 / 99	115 / –	366 / 1	25 612 / 59	595 / 3	14 377 / 38	$M_{102,7}\frac{Cl_{99}HCO^3_1}{(Na+K)_{59}Ca_{36}Mg_3}$
13	Озек Суат пл., скв 37	29,13	–	3378 / +110	0,17 / 110	0,001	–	–	–	–	–		–	–	

14	Русский хутор, скв 2	–	–	3530 / –	–	–	124 871	491,28	76 454 / 98	9,9 / –	549 / 2	38 898 / 74	939 / 6	8 296 / 20	$M_{124,5}$	$\frac{Cl_{96}HCO^3_2}{(Na+K)_{74}Ca_{20}Mg_6}$
15	Зимняя Ставка, скв 19	26,9	–	3247 / –80	0,20 / 80	–	103 794	330,42	63 720 / 98	38 / –	207 / 2	33 580 / 82	415 / 2	5 938 / 16	$M_{104,8}$	$\frac{Cl_{98}HCO^3_2}{(Na+K)_{82}Ca_{16}Mg_2}$
16	Артезианская опорная скв 11	–	–	3486 / –	–	–	126 046	700	78 100 / 98	36 / –	536 / 2	34 718 / 84	1702 / 3	11 222 / 13	$M_{125,0}$	$\frac{Cl_{98}HCO^3_2}{(Na+K)_{84}Ca_{12}Mg_4}$
25	Промысловская пл., скв 6	–	–	1944 / –	–	–	160 092	472,84	98 490 / 100	15 / –	12 / –	53 019 / 82	1410 / 4	7 151 / 14	$M_{160,1}$	$\frac{Cl_{100}}{(Na+K)_{82}Ca_{14}Mg_4}$
26	Промысловская пл., скв 7	–15,0	–	1693 / –13,9	–	–	–	–	–							
29	Хошмензил, скв 5	–	–	–	–	–	71 724	64	42 427 / 98	–	933 / 2	27 549 / 94	–	1 282 / 6	$M_{71,7}$	$\frac{Cl_{96}HCO^3_2}{(Na+K)_{94}Ca_5}$
33	Берикей, скв 15	–	–	1639 / –	–	–	70 417	54,2	41 614 / 99	556 / 1	122 / –	27 193 / 94	143 / 1	819 / 5	$M_{70,4}$	$\frac{Cl_{98}SO^4_1}{(Na+K)_{91}Ca_5Mg_4}$
34	Эльдама, скв 4	–	–	2185 / –	–	–	37 736	16,78	21 738 / 94	10 / –	1556 / 6	14 928 / 96	82,4 / 1	200 / 3	$M_{37,7}$	$\frac{Cl_{94}HCO^3_6}{(Na+K)_{86}Ca_8Mg_4}$

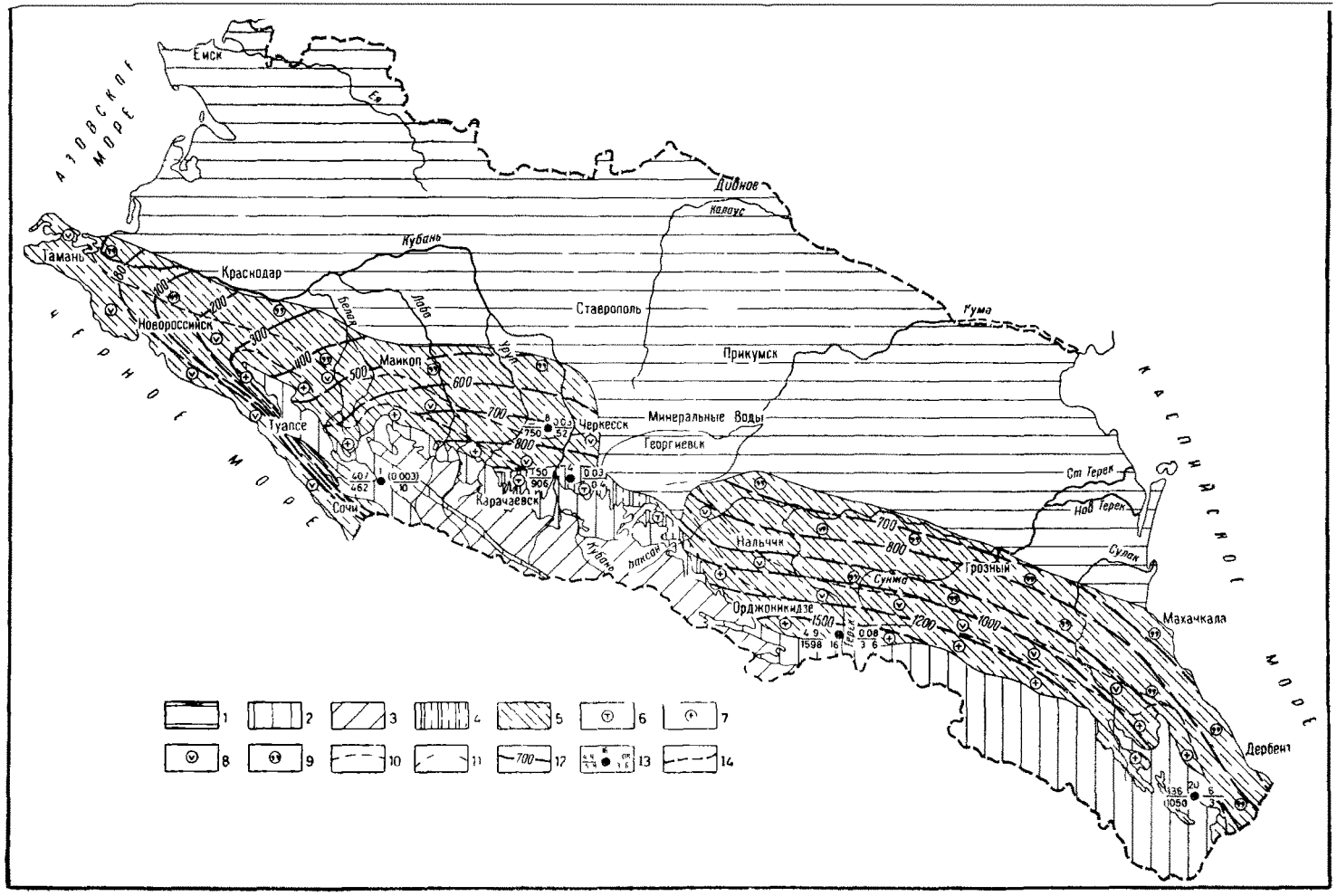


Рис. 23. Схематическая карта пьезоизогипс и химического состава вод отложений нижней юры и аалена (Составил Н. С. Погорельский)

1 — область размыва отложений нижней юры и аалена; *2* — область поверхностного распространения отложений нижней юры и аалена, *3* — область развития более древних отложений

Ионный состав вод: *4* — гидрокарбонатно-хлоридно натриевый; *5* — хлоридно-натриевый

Минерализация вод, *г/л*: (знаки в кружках — по предположению) *6* — от 1 до 3, *7* — от 3 до 10; *8* — от 20 до 50, *9* — более 50; *10* — границы зон с различной минерализацией; *11* — границы гидрохимических зон

Прочие обозначения: *12* — пьезоизогипсы, абс отм; *13* — вверху — номер скважины, слева: числитель — отметка кровли водоносного горизонта, *м*, знаменатель — абс отметка пьезометрического уровня, *м*, справа числитель — удельный дебит (в скобках — дебит) *л/сек* знаменатель — минерализация, *г/л*, *14* — граница территории Северного Кавказа

бины залегания водоносного горизонта минерализация вод увеличивается. Так, на глубине 213 *м* скв. 1, расположенной в 8 *км* к югу от г. Карачаевска, встречены воды с минерализацией 34 *г/л*. Еще более минерализованные воды были получены при испытании скважин на Фроловской и Черкесской площадях. Минерализация их возрастает вместе с увеличением глубины вскрытия водоносного горизонта от 43—44 до 62 *г/л*.

В районах поверхностного залегания рассматриваемых отложений заключенные в них пресные воды насыщены азотом, а минерализованные — углекислым газом и сероводородом. При погружении водоносного комплекса изменяется газовый состав вод. Так, на Черкесском и Фроловском поднятиях растворенные газы по составу углекислоазотно-метановые и азотно-метановые. В Нагутской опорной скважине содержание метана в составе спонтанного газа достигает 40,7%.

В мощном водоносном комплексе юрских отложений прослеживается определенная гидрохимическая зональность. Выделяется несколько гидрохимических зон.

1. Зона активного водообмена совпадает с областью поверхностного залегания юрских отложений. В этой зоне происходит питание водоносных горизонтов юрской толщи за счет инфильтрации вод атмосферных осадков и рек. В долинах рек и в балках водоносные горизонты дренируются. Поэтому породы хорошо промыты и содержат пресные воды. В полосе развития глинистых сланцев и песчаников средней и нижней юры, где водообмен заметно затруднен, встречаются минерализованные воды.

2. Зона слабозамедленного водообмена отчетливо выделяется на небольшой площади по долине р. Белой в пределах Адыгейского выступа, в северной части Восточно-Кубанского прогиба, в районах Минераловодского выступа и Дагестанского клина, где в юрских отложениях распространены воды повышенной минерализации.

3. Зона весьма затрудненного водообмена установлена на большей части территории Предкавказья, в непосредственной близости от области раскрытого залегания юрских отложений, в пределах Восточно-Кубанского прогиба и в полосе распространения третичных предгорий Южного Дагестана, где встречаются высокоминерализованные воды.

Дополнительное питание водоносных горизонтов происходит в северной части Восточно-Кубанского прогиба. Дренаж водоносных горизонтов осуществляется в области их раскрытого залегания, а также и в районах с практически застойными водами посредством перетока высокоминерализованных вод юрских отложений в нижнемеловые как по зонам тектонических нарушений, так и по эрозионным «окнам».

Движение вод происходит в северо-западном, западном и северо-восточном направлениях. На большей части территорий Азово-Кубанского и Терско-Кумского артезианских бассейнов нижнеюрские отложения выклиниваются и воды их переливаются в отложения средней юры и на отдельных участках в нижнемеловые образования (табл. 39, 40).

Водоносный комплекс триасовых отложений (T)

В пределах Ейско-Березанского вала Западного Предкавказья широко распространены отложения триаса, представленные сильно метаморфизованными аргиллитами и глинами, принимающими участие в строении складчатого основания. Они были вскрыты на Березанском,

Таблица 39

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений нижней юры (J_1) в области поверхностного распространения

Номер водопункта на карте	Местоположение родника	Абсолютная отметка выхода родника, м	Гидрогеологическая характеристика	Дебит, л/сек	Температура воды, °С	Сухой остаток, мг/л	Жесткость воды, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в %-экв)						Формула Курлова
								Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	$Na^+ + K^+$	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
Краснодарский край														
2	В 4 км к ЮЗ от перевала Апшка	1600	Кристаллические сланцы; трещинный, нисходящий	1,5	–	77	1,06	4/7	10/12	79/81	10/28	11/35	17/37	$M_{0,08}\frac{HCO^-_{81}SO^-_{12}Cl_7}{Ca_{37}Mg_{35}(Na+K)_{28}}$
5	Поселок Бабук-Аул	380	Глинистые сланцы; трещинный, нисходящий	1,5	–	132	0,6	7/9	40/39	67/52	34/69	12/31	–	$M_{0,1}\frac{HCO^-_{52}SO^-_{39}Cl_9}{(Na+K)_{69}Mg_{31}}$
8	В 7 км к ЮЗ от сел Гойтх	860	Зона контакта андезито-дацитов и глинистых сланцев; трещинно-поровый, нисходящий	0,2	–	185	3,07	11/10	18/15	139/75	–	74/80	13/20	$M_{0,2}\frac{HCO^-_{75}SO^-_{15}Cl_{10}}{Mg_{80}Ca_{20}}$
Ставропольский край														
10	В 4,7 км к СЗ от с Рожкао	2200	Песчаники; нисходящий	0,3	–	59	1,1	3/7	11/20	49/73	0,4/1	3/22	18/77	$M_{0,06}\frac{HCO^-_{73}SO^-_{20}Cl_7}{Ca_{77}Mg_{22}(Na+K)_1}$
11	В 19 км к ЮЮЗ от курорта Теберда	2000	Песчаники и глинистые сланцы, трещинный	3	–	90	1,44	18/30	3/4	65/66	10/24	2/7	25/69	$M_{0,09}\frac{HCO^-_{66}Cl_{30}SO^-_4}{Ca_{69}(Na+K)_{24}Mg_7}$

14	В 6 км к Ю3 от с. Верхняя Ермоловка	1361	Песчаники; трещинный	11,2	–	340	5,66	82/37	14/1	230/62	41/20	30/35	63/45	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{52}Cl_{37}SO^4_1}{Ca_{45}Mg_{55}(Na+K)_{20}}$
16	В 4,3 км к Ю3 от окраины станицы Сторожевой	955,8	Песчаники плинсбаха; нисходящий	3,5	–	35	0,6	3/7	13/45	18/48	1/3	4/55	5/41	$M_{0,03}\frac{HCO^3_{48}SO^4_{45}Cl_7}{Mg_{55}Ca_{41}(Na+K)_3}$
21	В 13,5 км к ЮВ от пос. Верхняя Мара	1700	Песчаники; трещинный	0,1	–	5700	15,2	1705/45	90/7	3221/48	2002/85	76/5	181/10	$M_{5,7}\frac{HCO^3_{48}Cl_{45}SO^4_7}{(Na+K)_{76}Ca_{19}Mg_5}$

Кабардино-Балкарская АССР

27	В 3,5 км выше с. Бабугент	1100	Мергели лейаса; трещинный	1,74	–	2138	32,9	7/1	1418/90	213/9	8/1	92/23	507/76	$M_{2,1}\frac{SO^4_{90}HCO^3_8Cl_1}{Ca_{76}Mg_{23}(Na+K)_1}$
28	В 3 км к Ю3 от пос. Угольного	1700	Среднезернистые песчаники	0,05	–	370	6,06	2/1	58/16	372/83	20/18	27/30	77/52	$M_{0,14}\frac{HCO^3_{83}SO^4_{16}Cl_1}{Ca_{52}Mg_{30}(Na+K)_{18}}$
29	В 3,2 км к С3 от горы Голугарде	1720	Песчаники	0,03	–	2100	14,68	248/17	68/4	1952/79	592/64	79/16	164/20	$M_{2,1}\frac{HCO^3_{76}Cl_{17}SO^4_4}{(Na+K)_{64}Ca_{20}Mg_{16}}$

Северо-Осетинская АССР

31	В 14 км к ЮЮЗ от с. Харескан	2450	Глинистые сланцы; восходящий трещинный	0,1	–	1800	8,3	627/57	16/1	785/42	453/70	39/11	102/19	$M_{1,8}\frac{Cl_{57}HCO^3_{42}SO^4_1}{(Na+K)_{79}Ca_{19}Mg_{11}}$
33	Село Тменикау, 0,55 км к Ю3	1702	Глинистые сланцы; нисходящий, трещинный	0,045	–	400	4,2	52/18	40/11	346/71	140/45	27/29	40/26	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{71}Cl_{18}SO^4_{11}}{(Na+K)_{45}Mg_{29}Ca_{26}}$
35	В 2 км к ЮВ от с. Пежиты	1640	Сланцы; трещинный, нисходящий	0,1	–	8330	30	3590/68	192/3	2582/29	2703/75	75/4	479/21	$M_{8,3}\frac{Cl_{68}HCO^3_{29}SO^4_3}{(Na+K)_{75}Ca_{21}Mg_4}$

Номер воды пункта на карте	Местоположение родника	Абсолютная отметка выхода родника, м	Гидрогеологическая характеристика	Дебит, л/сек	Температура воды, °С	Сухой остаток, мг/л	Жесткость воды, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в % экв): Cl	SO_4''	HCO_3'	Na+K	Mg	Ca	Формула Курлова
	Дагестанская АССР													
39	Село Тидиб, северо-восточная окраина	1300	Песчаники	1	—	1720	22,7	10/2	349/21	1628/77	268/34	270/64	11/2	$M_{1,7}\frac{HCO_{77}^{3}SO_{21}^{4}Cl_{2}}{Mg_{64}(Na+K)_{31}Ca_{2}}$
47	В 6,5 км к СЗ от с. Бакни	1500	„	0,1	—	1000	12,6	29/5	511/43	329/32	94/25	70/34	138/41	$M_{1,0}\frac{SO_{43}^{4}HCO_{32}^{3}Cl_{5}}{Ca_{41}Mg_{34}(Na+K)_{25}}$
51	Село Кальял	2000	Глинистые сланцы	0,2	—	200	1,89	29/25	39/25	101/50	32/43	3/7	32/50	$M_{0,2}\frac{HCO_{50}^{3}SO_{25}^{4}Cl_{25}}{Ca_{51}(Na+K)_{42}Mg_{7}}$
52	В 2 км к северу с. Покур	2600	То же	1	—	160	2,4	4/4	85/66	49/30	5/10	16/48	23/42	$M_{0,2}\frac{SO_{58}^{4}HCO_{30}^{3}Cl_{4}}{Mg_{48}Ca_{42}(Na-K)_{10}}$
54	Село Каль	2000	Глинистые сланцы, трещинный	0,2	—	190	1,89	29/24	39/24	101/52	32/43	3/8	32/49	$M_{0,2}\frac{HCO_{52}^{3}SO_{24}^{4}Cl_{24}}{Ca_{51}(Na+K)_{42}Mg_{8}}$
62	В 11,5 км к СЗ от с. Курах	1940	Глинистые сланцы	0,2	—	1200	8,16	2/1	126/11	1244/85	332/62	77/28	38/10	$M_{1,2}\frac{HCO_{88}^{3}SO_{11}^{4}Cl_{1}}{(Na+K)_{62}Mg_{28}Ca_{10}}$
63	В 1,5 км к ЮВ от с. Ялах	1600	Песчаники	0,01	—	1700	11,79	37/2	339/38	1663/60	781/74	26		$M_{1,7}\frac{HCO_{60}^{3}SO_{38}^{4}Cl_{2}}{(Na-K)_{74}(Mg-Ca)_{26}}$

Сердюковском, Челбасском, Каневском, Крыловском и Старо-Минском месторождениях и на Бейсугской площади. Наибольшая мощность триасовых отложений вскрыта на Бейсугской площади (скв. 1), где она достигает 574 *м*, тогда как на остальной территории Ейско-Березанского вала она не превышает 30—70 *м*.

По подземным водам отложений триаса имеются лишь отрывочные сведения. При испытании интервала 1687—1740 *м* в скв. 44 Каневского месторождения получены хлоридно-натриевые воды с минерализацией 24 *г/л*. На Крыловском месторождении из интервала 2420—2430 *м* в скв. 3 получены воды еще большей минерализации (66 *г/л*). От вод Каневского месторождения их отличает значительно меньшее содержание гидрокарбонатного иона, при более повышенном содержании кальция и магния.

Водоносные комплексы палеозойско-докембрийских образований (PCm—Pz)

Рассматриваемый водоносный комплекс приурочен к кристаллическим породам докембрия и метаморфизованным, сильно дислоцированным породам палеозоя, выступающим на поверхность в высокогорных районах Кавказского хребта. В области глубокого погружения докембрийские отложения вскрыты единичными скважинами в районе Кавказских Минеральных Вод, на Фроловской, Черкесской и Надзорненской площадях Центрального Предкавказья и на Моревской, Мельничной, Каневской, Кущевской, Камышеватской и некоторых других площадях Западного Предкавказья на глубинах от 1000 до 5000 *м*. Водоносность домезозойских отложений связана с корой выветривания и с зонами дизъюнктивных нарушений. По характеру циркуляции это трещинные воды. Водосодержащими породами являются трещиноватые граниты, гранито-гнейсы, диориты, андезиты, кристаллические сланцы, метаморфизованные кварциты, песчаники и аргиллиты.

В области поверхностного распространения образований докембрия и палеозоя к ним приурочены, как правило, пресные воды. Дебиты родников незначительны (0,01—0,3 *л/сек*) и в редких случаях достигают 2,5—25 *л/сек*. Воды холодные (5—12° С) и только у подножия Эльбруса некоторые углекислые источники (Джилы-Су, Битюк-Тюбе) имеют температуру 20—24° С.

По химическому составу пресные и слабо минерализованные воды являются гидрокарбонатно-кальциево-натриевыми и сульфатно-гидрокарбонатно-натриевыми. При увеличении минерализации вод происходит и изменение их ионного состава на гидрокарбонатно-натриевый и гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый. Химический состав вод повышенной и высокой минерализации изменяется до хлоридно-гидрокарбонатно-натриевого и хлоридно-натриевого.

Поскольку количество и проницаемость трещин полосы развития палеозойских метаморфических пород меньше, чем в области распространения кристаллических пород, движение вод здесь несколько замедляется, что и является одной из причин повышенной и даже высокой минерализации вод (Шагоянц, 1959). Как правило, воды повышенной и высокой минерализации насыщены углекислотой, свободное количество которой достигает 1—2 *г/л*, иногда 40 *г/л*.

В области глубокого залегания подземные воды комплекса опробованы рядом скважин, где наряду с получением несамоизливающихся вод незначительного дебита отмечены притоки вод до 16 *л/сек*. При опробовании палеозойских отложений в интервалах 2165—2180 и

Таблица 40

Гидрогеологическая характеристика подземных вод отложений нижней юры (J_1) в области погружения

Номер водопункта на карте	Местоположение скважин	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина понижения воды (числитель), установившийся уровень воды (знаменатель), м	Дебит, л/сек (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток, мг/л	Жесткость, общая, мг·экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в %-экв): Cl'	SO_4''	HCO_3'	$Na^{\cdot}+K$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	Формула Курлова
	Краснодарский край														
1	Между с. Красная Поляна — Эстонское	483,9	Сланцы глинистые	407 / −20,7	0,003 / —	—	10 961	0,8	3 289 / 48	2 / —	6319 / 52	4 497 / 99	4 / —	10 / 1	$M_{10,9}\frac{HCO^3_{52}Cl_{48}}{(Na+K)_{99}Ca_1}$
2	Долина р. Мзымты, у здания Краснополянской ГЭС	450,15	Аргиллиты	149—161 / −39	—	—	258	2,0	24 / 16	21 / 10	195 / 74	51 / 52	6 / 14	31 / 34	$M_{0,3}\frac{HCO^3_{74}Cl_{16}SO^4_{10}}{(Na+K)_{52}Ca_{34}Mg_{14}}$
	Ставропольский край														
4	В 4,4 км на ЮЗ от пос. Сары-Тюз	870	Песчаник	19,8 / 2,1	0,94 / 10	0,09	425	7,5	7 / 3	25 / 12	110 / 85	14 / 9	58 / 13	381 / 78	$M_{0,4}\frac{HCO^3_{85}SO^4_{12}Cl_3}{Ca_{78}Mg_{13}(Na+K)_9}$
5	В 3 км ЮЗ пос. Сары-Тюз	904,93	То же	50 / −0,65	0,02 / 0,65	0,03	1 575	—	401 / 68	94 / 18	44 / 14	444 / 49	283 / 23	451 / 28	$M_{1,6}\frac{Cl_{68}SO^4_{18}HCO^3_{14}}{(Na+K)_{45}Ca_{28}Mg_{23}}$
	Гора Клухори, правый берег р. Кубани	843,5	„	20,4 / 6	0,14 / 9	0,01	1 356	19,1	412 / 72	80 / 16	34 / 12	481 / 55	18,5 / 2	659 / 43	$M_{1,4}\frac{Cl_{72}SO^4_{16}HCO^3_{12}}{(Na+K)_{55}Ca_{43}Mg_2}$
	Пос. Сары-Тюз, западная окраина	759,35	„	— / 11,75	0,05 / 36,8	0,001	5 773	—	1 219 / 65	78,5 / 11	2888 / 24	1 440 / 50	1267 / 40	317 / 10	$M_{5,8}\frac{Cl_{65}HCO^3_{24}SO^4_{11}}{(Na+K)_{50}Mg_{40}Ca_{10}}$
	Фроловская пл., скв. 4	660	—	1416 / −90	3 / 90	0,03	52 268	175,6	31 201 / 97	111 / 1	1159 / 2	17 417 / 81	475 / 4	2734 / 15	$M_{52,3}\frac{Cl_{97}HCO^3_2SO^4_1}{(Na+K)_{81}Ca_{15}Mg_4}$

Северо Осетинская АССР															
В 1,6 км к ЮВ от сел Тменикау	1527,77	Сланцы	219,7 / +23,3	2,5 / Самоизлив	–	5020	–	2859 / 98	0,47 / –	176 / 2	1356 / 67	4 / –	576 / 23	$M_{5,0}$	$\frac{Cl_{98}HCO^{\circ}_{3}}{(Na+K)_{97}Ca_{23}}$
В 1,85 км к югу от сел Тменикау	1553	Сланцы брекчированные	419,5 / +45	36 / 45	0,08	3879	5,5	2137 / 91	5 / –	234 / 9	1340 / 89	104 / 11	4 / –	$M_{3,9}$	$\frac{Cl_{91}HCO^{\circ}_{9}}{(Na+K)_{89}Mg_{11}}$
В 4 км на ЮЗ от сел Ахты	1200	То же	22 / –	0,3 / –	–	2112	–	669 / 36	859 / 34	903 / 39	6 / 95	–	84 / 7	$M_{2,1}$	$\frac{Cl_{36}SO^{\circ}_{42}HCO^{\circ}_{23}}{(Na-K)_{93}Ca_{7}}$
В 1,3 км на СВ от сел Ахты	960	"	12 / –	Незнач / –	–	4922	–	373 / 12	1225 / 30	3135 / 58	1775 / 88	–	22 / 12	$M_{4,9}$	$\frac{HCO^{\circ}_{58}SO^{\circ}_{30}Cl_{12}}{(Na+K)_{88}Ca_{12}}$
Дагестанская АССР															
В 2 км на СВ от сел Ахты	1050	"	156,12 / +0,5	3 / –	–	3430	–	270 / 15	–	2729 / 85	1770 / 97	–	29 / 3	$M_{3,4}$	$\frac{HCO^{\circ}_{85}Cl_{15}}{(Na-K)_{97}Ca_{3}}$
В 2 км на СВ от с Ахты	1060	Песчаник	62,35 / –	Незнач	–	4242	–	266 / 9	1490 / 34	3075 / 57	811 / 98	–	118 / 2	$M_{4,2}$	$\frac{HCO^{\circ}_{57}SO^{\circ}_{34}Cl_{9}}{(Na-K)_{98}Ca_{2}}$
Близ с Архит	190	"	219 / –	–	–	5326	–	2178 / 64	12 / 3	1918 / 33	2129 / 97	14 / 1	34 / 2	$M_{5,3}$	$\frac{Cl_{64}HCO^{\circ}_{35}SO^{\circ}_{1}}{(Na-K)_{97}Ca_{2}Mg_{1}}$

2184—2192 *м* на Албашинской площади (скв. 1) отмечен приток вод с дебитом 0,025—0,03 *л/сек*. В районах Центрального Предкавказья довольно слабые притоки — до 0,05 *л/сек* зафиксированы при испытании скважин на Ново-Троицкой (скв. 1), Северо-Ставропольской (скв. 4), Сухо-Буйволинской (скв. 1), Сенгилеевской (скв. 3), Александровской (скв. 4, 15), Надзорненской (скв. 1) и Невинномысской (скв. 5) площадях. Пьезометрические уровни в скважинах вышеперечисленных площадей Центрального Предкавказья устанавливаются на глубинах 33—226 *м* от поверхности земли и только на Фроловской (скв. 3) и Черкесской (скв. 1) площадях и в Кавминводской опорной скважине получены самоизливающиеся воды с дебитом 0,02—17 *л/сек* и температурой 19—50° С. Напор на устье скважин на Фроловской и Черкесской площадях едва достигал 20 *м*, а по Кавминводской опорной скважине превышал 200 *м* (рис. 24).

Самоизливающиеся воды получены и при испытании некоторых скважин (3, 57, 69 и др.) в пределах Озек-Суатского месторождения. Дебиты вод здесь изменялись от весьма незначительных до 0,5 *л/сек*. Еще далее к северу, уже в пределах погребенного вала Карпинского, на Белоглинской, Олейниковской и Промысловой площадях, дебиты вод изменяются от 0,06 до 0,6 *л/сек*, пьезометрические уровни вод устанавливаются на глубинах 27—67 *м* от поверхности земли. При испытании скважин в пределах Ейско-Березанского района, Ставропольского сводового поднятия, Терско-Кумской впадины, погребенного вала Карпинского и Северо-Западного Прикаспия домезозойские отложения оказались практически безводными.

Наиболее высокие напоры вод оказались в Кавминводской опорной скважине (871,7 *м*) *, на Фроловской (763 *м*) и Черкесской (760 *м*) площадях. К северу они закономерно понижаются и на Невинномысской площади устанавливаются на абсолютных отметках 290,7—298,5 *м*, на Надзорненской — 84,5 *м*, Северо-Ставропольской — 81 *м*, Белоглинской — 79,3—82,9 *м*. Таким образом, абсолютные отметки пьезометрических уровней в целом понижаются с юга на северо-запад, север и северо-восток. В этом направлении происходит движение подземных вод. По мере их продвижения отмечается уменьшение уклонов пьезометрической поверхности вод. Так, если на юге Ставрополья по линии Фроловская—Невинномысская и Невинномысская—Надзорненская уклоны пьезометрической поверхности равны 0,0082—0,0086, то на участке Надзорненская—Северо-Ставропольское они уменьшаются до 0,00008, а еще далее на север между Северо-Ставропольское—Белоглинская до 0,00001.

В Надзорненском районе Центрального Предкавказья получены воды с минерализацией 4,1 *г/л*. Опреснение их, вероятно, связано с дополнительным питанием домезозойских отложений водами р. Кубани, на что указывает сходство химического состава вод эоцен-палеоценовых и мезозойских отложений с водами домезозойских отложений (Мирошников, 1958). Во всех направлениях от Надзорненского поднятия минерализация вод резко увеличивается. На Невинномысской площади воды палеозойских отложений получены при испытании интервалов 1559—1562 и 1700—1710 *м*. По составу это уже хлоридно-натриевые воды. На всей остальной территории Центрального Предкавказья встречены воды с минерализацией 39—65 *г/л*.

---

* Абсолютные отметки пьезометрических уровней вод подсчитывались по методике, предложенной М. В. Мирошниковым (1958).

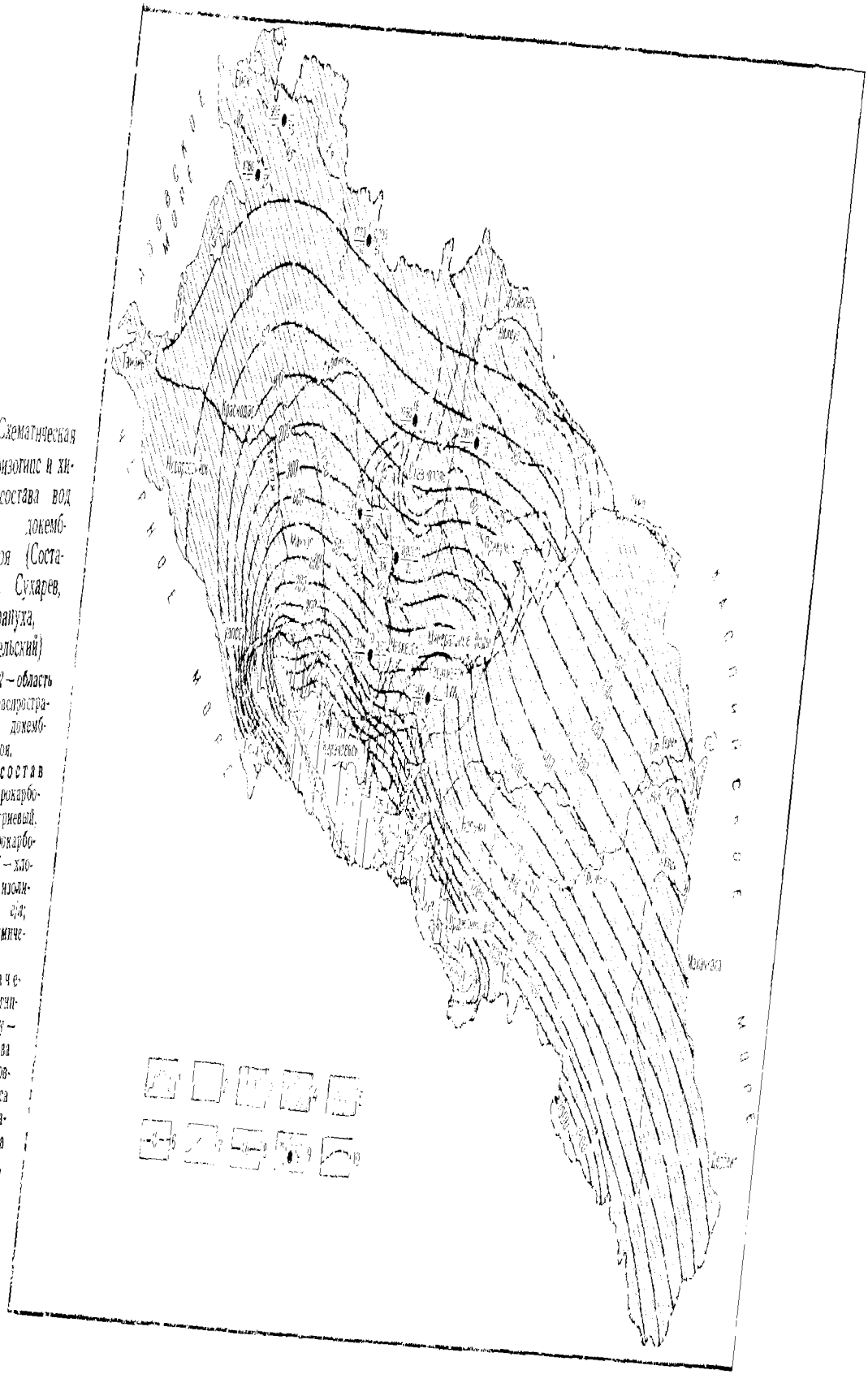


Рис. 24 Схематическая карта пьезоизогипс и химического состава вод отложений докембрия – палеозоя (Составили Г. М. Сухарев, Ю. К. Тарануха, Н. С. Погорельский)

1 – ледники; 2 – область поверхностного распространения отложений докембрия – палеозоя.

Химический состав вод: 3 – гидрокарбонатно - хлоридно-натриевый. 4 – хлоридно - гидрокарбонатно-натриевый; 5 – хлоридно натриевый; 6 – изолинии минерализации, г/л; 7 – границы гидрохимических зон.

Прочие обозначения: 8 – пьезоизогипсы, абс. отм.; 9 – вверху – номер скважины; слева числитель – отметка кровли водоносного комплекса от устья скважины, м; знаменатель – абс. отметка пьезометрического уровня, м; справа: числитель – удельный дебит, л/сек; знаменатель – минерализация, г/л; 10 – граница территории Северного Кавказа

В пределах Ейско-Березанского района наблюдается увеличение минерализации вод с юго-запада на северо-восток от 27—29 *г/л* на Каневском месторождении и Бейсугской площади до 61 *г/л* на Албашинской площади. Наблюдающееся опреснение вод на юге Ейско-Березанского вала связывается с перетоком высоконапорных слабо минерализованных вод нижнемеловых отложений в домезозойские отложения. Максимальная минерализация вод последних установлена в пределах погребенного вала Карпинского — на Белоглинской площади (101 *г/л*) и Промысловском месторождении (168—170 *г/л*).

В Терско-Кумском артезианском бассейне вода, полученная при опробовании интервала 3431—3451 *м* из скв. 3 Озек-Суатского месторождения, не может считаться принадлежащей палеозойским отложениям, так как уже в юрских породах месторождения Озек-Суат получены воды с минерализацией 76—108 *г/л*, а в палеозое она должна достигать 100—135 *г/л*.

Газовый состав подземных вод домезозойских отложений слабо изучен. По данным С. А. Шагоянца (1959), воды области активной циркуляции иногда насыщены углекислотой. С погружением древних пород под более молодые отложения с изменением минерализации и солевого состава изменяется и газовый состав вод сначала на азотно-углекисло-метановый, а затем на метаново-азотный и метановый. Так, если на Фроловском поднятии содержание метана в составе растворенных газов составляет 16,7%, то у г. Невинномысска оно повышается до 52%, а в районе Северо-Ставропольского месторождения (скв. 14) до 91,1%.

Содержание гидрокарбонатного и карбонатного ионов пресных и слабо минерализованных вод зоны активного водообмена изменяется от 13 до 45,5%-экв. С увеличением минерализации вод при погружении докембрийских отложений на север соответственно уменьшается содержание $HCO_3' + CO_3''$ до 0,04%-экв (Промысловой площади).

Зона активного водообмена приурочена к области раскрытого залегания домезозойских отложений. Зона слабозамедленного водообмена выделяется в районе Минераловодского выступа и Надзорненского поднятия. Г. М. Сухарев и М. В. Мирошников (1963) вблизи названных районов выделяют узкую зону затрудненного водообмена. На всей остальной территории прослеживается зона весьма затрудненного водообмена.

Наиболее благоприятные условия для движения подземных вод существуют от области выходов к районам Минераловодского выступа. Дополнительное питание происходит в районе Надзорненского поднятия. Разгрузка подземных вод возможна как в области раскрытого залегания, так и в районе Минераловодского выступа (посредством перетока в вышележащие отложения).

Области питания и условия разгрузки вод домезозойских отложений платформенной части Предкавказья остаются невыясненными (табл. 41, 42).

РЕЖИМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Систематические наблюдения за режимом подземных вод Северного Кавказа начаты в 1946 г. Ниже приводятся краткие выводы о режиме грунтовых и напорных вод описываемой территории.

Режим грунтовых вод. Изучение режима грунтовых вод проводилось главным образом в пределах Терско-Кумского междуречья, где сосредоточено большинство наблюдательных скважин.

Результаты многолетних наблюдений за режимом грунтовых вод показывают, что он зависит главным образом от климатических факторов, атмосферных осадков, температуры и влажности воздуха, ветрового режима и глубины их залегания. В связи с этим уровень грунтовых вод во времени подвержен непрерывным колебаниям, которые по своему характеру подразделяются на сезонные и многолетние. Сезонные колебания уровня грунтовых вод в большинстве случаев в пределах года имеют законченный цикл с максимальным положением уровня в весенний и минимальным в осенний периоды. Подъем уровня происходит в результате весеннего таяния и фильтрации накопившихся за зиму твердых осадков в момент, когда испарение еще незначительно, а верхний промерзающий слой почвы после оттаивания находится в наиболее разрыхленном состоянии. Осеннее минимальное положение уровня грунтовых вод связано главным образом с усиленным летне-осенним испарением влаги как с поверхности почвы, так и с уровня грунтовых вод.

Установлено, что в условиях Терско-Кумского междуречья, в зависимости от литологического состава пород зоны аэрации глубина весенней инфильтрации талых вод колеблется в пределах от 4 до 9 *м*, а глубина испарения грунтовых вод изменяется от 4 до 7 *м*.

Величина амплитуды колебания уровня грунтовых вод за годовой период зависит от условий питания и разгрузки водоносного горизонта, от литологии водовмещающих пород и мощности зоны аэрации. На рис. 25 приведены кривые колебания уровня грунтовых вод. Наибольшая амплитуда колебания уровня грунтовых вод (0,6—1 *м*) наблюдается в приречной зоне, где, кроме климатических факторов, сказывается гидрогеологический режим реки. Несколько меньшая амплитуда колебания уровня (0,2—0,5 *м*) наблюдается в условиях ровных водораздельных пространств и наименьшая (0,04—0,08 *м*) — в условиях крутых склонов, где поверхностный сток значителен. Кроме того, с увеличением глубины до уровня грунтовых вод амплитуда колебаний его затухает. В песчаных породах колебания уровня грунтовых вод более плавные, чем в суглинистых.

Отсутствие длительных наблюдений за режимом грунтовых вод не позволяет выделить многолетние периоды в колебании уровня грунтовых вод. Однако, по имеющимся данным, за 8—10 лет устанавливается, что с 1958 по 1961 г. был период наиболее высокого положения уровня грунтовых вод, что увязывается с повышенными годовыми суммами атмосферных осадков за этот период (табл. 43).

Средняя годовая температура воздуха, которая также влияет на многолетнюю периодичность в колебании уровня грунтовых вод, в среднем по району равнялась за 1954—1957 гг. 10°,5 С, за 1958—1961 гг. 10°,4 С и за 1961—1964 гг. 10°,7 С. Следовательно, период высокого положения уровня грунтовых вод вызывается, с одной стороны, увеличением годовых сумм осадков, а с другой — снижением среднегодовых температур воздуха, определяющих уменьшение испарения.

По химическому составу и степени минерализации грунтовые воды в пределах Терско-Кумского междуречья весьма разнообразны. Общая минерализация вод скважин, по которым велись наблюдения, колеблется от 0,5 до 87 *г/л*. Увеличение минерализации происходит с юго-запада на северо-восток, т. е. в сторону движения грунтового потока. По составу это в основном гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридно-натриевые, сульфатно-хлоридно-натриево-магниевые и хлоридно-сульфатно-натриево-магниевые воды.

Таблица 41

Гидрогеологическая характеристика подземных вод палеозоя — докембрия в области открытого залегания

Номер водопункта на карте	Местоположение родника	Абсолютная отметка места выхода родника, м	Литологический состав водовмещающих пород	Дебит, л/сек	Температура воды, °С	Сухой остаток, мг/л	Жесткость воды, мг экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в %-экв)						Формула Курлова
								Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	$Na^+ + K^+$	Mg^{++}	Ca^{++}	
			Краснодарский край											
2	В 13,5 км на ЮЗ от пос. Гузерипль	1700	Нижний палеозой, лейкократовые граниты	0,5	10	123	1,1	2/3	74/77	24/20	20/45	11/45	4/10	$M_{0,1}\frac{SO^4_{77}HCO^3_{20}Cl_3}{(Na+K)_{45}Mg_{15}Ca_{13}}$
5	В 2,8 км к ЮЮВ от г. Псешха	2080	Средний палеозой, трещиноватые гнейсы	0,6	8	59	0,87	7/17	—	61/83	7/27	3/23	11/50	$M_{0,06}\frac{HCO^3_{83}Cl_{17}}{Ca_{50}(Na+K)_{27}Mg_{23}}$
8	В 0,6 км к ССЗ от г. Маркопидж	2000	Контакт нижнего и верхнего силура, известняки	0,5	14	70	0,65	3/7	17/29	49/64	16/56	3/20	6/24	$M_{0,07}\frac{HCO^3_{64}SO^4_{29}Cl_7}{(Na+K)_{56}Ca_{24}Mg_{20}}$
9	В 1,2 км к северу от г. Маркопидж	1950	Палеозой, известняки	0,2	12	76	0,93	3/7	12/18	61/75	9/30	4/3	18/67	$M_{0,07}\frac{HCO^3_{75}SO^4_{18}Cl_7}{Ca_{67}(Na+K)_{30}Mg_3}$
11	В 4,8 км к СВ от г. Армовки	95	Докембрий и нижний палеозой, трещиноватые кристаллические сланцы	0,5	11	564	9,33	14/4	132/26	439/70	9/4	15/12	175/84	$M_{0,06}\frac{HCO^3_{70}SO^4_{26}Cl_4}{Ca_{84}Mg_{12}(Na+K)_4}$
			Ставропольский край											
18	В 7,5 км к ЮЮЗ от окраины станицы Преградной	970	Девон, сланцы	0,03—0,05	10	116	2,3	3/4	2/5	134/91	—	5/17	39/83	$M_{0,1}\frac{HCO^3_{91}SO^4_5Cl_4}{Ca_{83}Mg_{17}}$

24	В 22 км от пос Кызыл-Уруп	2400	Средний палеозой, серициниты	0,03	8	80	0,8	58/95	1/2	4/3	5/23	4/33	9/44	$M_{0,08}\frac{Cl_{95}HCO^3_3SO^4_2}{Ca_{44}Mg_{32}(Na+K)_{23}}$
31	В 3 км к СВ от пос Архыз	1400	Палеозой, габбро	0,33	6	121	2,11	2,3/9	11,5/16	118/75	9,4/18	6,5/20	61,7/62	$M_{0,1}\frac{HCO^3_{75}SO^4_{16}Cl_9}{Ca_{62}Mg_{20}(Na+K)_{18}}$
32	В 4,5 км к ЮЮВ от пос Архыз	1750	Палеозой	0,5	5	86	1,3	3/17	4/8	88/75	8/17	4/17	19/66	$M_{0,08}\frac{HCO^3_{75}Cl_{17}SO^4_8}{Ca_{66}Mg_{17}(Na+K)_{17}}$
47	Исток р Закан	2600	Глинистые сланцы	0,01	—	36	0,28	7/30	2/5	27/65	9/59	1/12	4/29	$M_{0,03}\frac{HCO^3_{65}Cl_{30}SO^4_5}{(Na+K)_{57}Ca_{26}Mg_{16}}$
56	В 2,5 км к ВЮВ от пос Хасаут	1790	Палеозой, метаморфические сланцы	0,01	6,2	890	—	—/13	—/17	—/70	—/10	—/42	—/48	$M_{0,90}\frac{HCO^3_{70}SO^4_{17}Cl_{13}}{Ca_{58}Mg_{32}(Na+K)_{10}}$
62	В 11 км к ЮВ от пос Хурзук, на правом берегу р Кюкюртлю	2150	Палеозой граниты	0,03	9	1232	5,7	355/47	4/1	677/52	359/73	23/9	75/18	$M_{1,2}\frac{HCO^3_{52}Cl_{47}SO^4_1}{(Na+K)_{73}Ca_{18}Mg_9}$

Кабардино Балкарская АССР

69	В 5 км к ЮЗ от с Хабаз	1045	Палеозой, змеевики	0,5	9	256	5,63	10/5	13/5	320/90	4/3	66/93	4/4	$M_{0,2}\frac{HCO^3_{90}Cl_5SO^4_5}{Mg_{59}Ca_4(Na+K)_3}$

Северо Осетинская АССР

72	В 8,8 км к югу от с Тменикау	2400	Пермокарбон, кварциты	0,17	9,5	2700	17,6	1814/74	126/4	878/22	1164/74	186/23	44/3	$M_{2,7}\frac{Cl_{74}HCO^3_{22}SO^4_4}{(Na+K)_{72}Mg_{20}Ca_8}$

Таблица 42

Гидрогеологическая характеристика подземных вод палеозоя — докембрия в области погружения

Номер водопункта на карте	Местоположение скважины	Абсолютная отметка устья скважины, м	Литологический состав водовмещающих пород	Глубина появления воды (числитель), установившийся уровень (знаменатель), м	Дебит (числитель), понижение, м (знаменатель)	Удельный дебит, л/сек	Сухой остаток мг/л	Жесткость общая, мг-экв/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л, знаменатель — в %-экв)						Формула Курлова
									Cl^-	SO_4^{--}	HCO_3^-	$Na^+ + K^+$	Mg^{++}	Ca^{++}	
				Ставропольский край											
10	Фроловская пл., скв. 3	709	Докембрий, кристаллич. сланцы	— / +18	0,02 / 18	0,001	50 400	101	29 432 / 97	26 / —	1713 / 3	17 441 / 88	611 / 6	966 / 6	$M_{50,4}\ \frac{Cl_{97}HCO^3_3}{(Na+K)_{88}Mg_6Ca_3}$
11	Черкесская пл., скв. 1	706	Докембрий, кристаллич. сланцы	— / +21,5	0,21 / 21,5	0,001	46 076	173	28 301 / 100	28 / —	52 / —	14 477 / 78	493 / 5	2652 / 17	$M_{46,0}\ \frac{Cl_{100}}{(Na+K)_{78}Ca_{17}Mg_5}$
13	Невинномысская пл., скв. 5	327	Палеозой	— / −36,8	0,05 / 121,7	0,00004	21 860	7,7	11 294 / 85	881 / —	2289 / 10	8 424 / 97	25 / 1	112 / 2	$M_{21,8}\ \frac{Cl_{85}HCO^3_{10}SO^4_5}{(Na+K)_{97}Ca_2Mg_2}$
14	Александровская пл., скв. 4	—	—	—	—	—	39 440	47,0	22 542 / 95	852 / 3	623 / 1	14 963 / 93	84 / 3	817 / 3	$M_{39,4}\ \frac{Cl_{96}SO^4_3HCO^3_1}{(Na+K)_{94}Mg_3Ca_3}$
16	Северо-Ставропольская пл., скв. 14	—	—	—	—	—	44 200	32,5	25 848 / 98	219 / 1	571 / 1	16 350 / 96	119 / 1	457 / 3	$M_{44,2}\ \frac{Cl_{98}SO^4_1HCO^3_1}{(Na+K)_{96}Ca_3Mg_1}$
18	Сухо-Буйволинская пл., скв. 1	—	—	—	—	—	29 686	133,3	48 880 / 99	3 / —	470 / 1	29 060 / 90	257 / 2	2251 / 8	$M_{29,7}\ \frac{Cl_{99}HCO^3_1}{(Na+K)_{90}Ca_8Mg_2}$
19	Озек-Суатская пл., скв. 3	33	Палеозой	—	0,57 / При фонтанировании	—	72 070	358	44 462 / 97	61 / 1	CO_3 408 / 2	20 980 / 72	292 / 2	6091 / 26	$M_{72,0}\ \frac{Cl_{97}HCO^3_2SO^4_1}{(Na+K)_{72}Ca_{26}Mg_2}$

24	Село Красный Восток	874	Палеозой, красный гранит	287 / −100	0,22 / 50	0,004	2 495	1,86	418 / 31	1021 / 56	329 / 13	863 / 95	11 / 2	19 / 3	$M_{2,5}$	$\frac{SO^4_{36}Cl_{31}HCO^3_{13}}{(Na+K)_{96}Ca_{3}Mg_{5}}$
	Село Терезе, у левого берега р. Подкумка, скв. 14	–	Палеозой, граниты	– / −60	14,29 / 60	0,238	1 387	10,17	10 / 1	568 / 50	695 / 49	45 / 8	64 / 23	327 / 69	$M_{1,4}$	$\frac{SO^4_{50}HCO^3_{40}Cl_{1}}{Ca_{89}Mg_{23}(Na+K)_{5}}$

Кабардино-Балкарская АССР

31	Пос. Солнечный, левый берег р. Тызыл, скв. 28	1 552,4	Средний палеозой, гранит	– / 14	0,03 / −3	0,01	492	4,47	16 / 6	155 / 42	245 / 52	91 / 42	17 / 18	62 / 40	$M_{0,5}$	$\frac{HCO^3_{59}SO^4_{42}Cl_{5}}{(Na+K)_{42}Ca_{42}Mg_{13}}$
32	Пос. Солнечный, левый берег р. Тызыл, скв. 8—11	1 494	Протерозой, сланцы кварцево-серицитовые	– / 4	0,19 / 25	0,008	378	3,6	39 / 20	195 / 58	58 / 22	53 / 38	16 / 20	46 / 42	$M_{1,4}$	$\frac{SO^4_{58}HCO^3_{32}Cl_{20}}{Ca_{42}(Na+K)_{38}Mg_{20}}$

Таблица 43

Годовое количество атмосферных осадков в Ачикулаке, Кизляре, Прохладном

Метеостанция	Среднегодовая сумма осадков за период			
	1956—1964 гг., *мм*	1954—1957 гг., *мм*	1958—1961 гг., *мм*	1962—1964 гг., *мм*
Ачикулак	351	310	446	362
Кизляр	274	269	337	294
Прохладное	402	329	490	438

Во времени минерализация грунтовых вод остается более или менее постоянной, хотя по отдельным скважинам отмечалось повышение минерализации воды за период высокого стояния уровня грунтовых вод (1958—1961 гг.).

Температурный режим грунтовых вод зависит от температуры воздуха и от глубины залегания уровня грунтовых вод. С глубиной амплитуда колебания температуры воды постепенно затухает. Горизонт постоянной температуры в данном поясе находится на глубине около 10 *м*. При глубинах залегания уровня грунтовых вод 2—3 *м* температура воды колеблется от 8 до 18° С, а при глубинах 6—10 *м* она изменяется в пределах 12—15° С.

Режим артезианских вод. Наблюдениями за режимом напорных вод Терско-Кумского артезианского бассейна охвачено шесть основных водоносных комплексов, приуроченных к древнечетвертичным (континентальным), бакинским, апшеронским, акчагыльским, верхне- и среднесарматским отложениям. В пределах бассейна эти горизонты являются основными источниками водоснабжения обширных территорий Центрального и Восточного Предкавказья, где они обладают высокими напорами, весьма значительными запасами подземных вод и содержат в большинстве своем пресные питьевые воды.

Начало эксплуатации подземных вод Терско-Кумского бассейна относится к 1902—1903 гг. В 1909 г. число артезианских скважин в бассейне достигало 191, в 1925 г. 400, в 1943 г.1150, а в 1964 г. их уже насчитывалось около 3500. И если в 1943 г. суммарный дебит самоизливающихся скважин составлял 1055 *л/сек*, то в 1964 г. в целом по бассейну он достиг 6000 *л/сек*. Естественно, что при таком нарастании интенсивности эксплуатации подземных вод вопросы исследования их режима приобрели особый интерес. В связи с этим в пределах Терско-Кумского бассейна была создана сеть кустов наблюдательных скважин на отдельные водоносные комплексы (рис. 26).

Как показали наблюдения по древнечетвертичному водоносному комплексу, многолетняя его эксплуатация сопровождается одновременным снижением и напоров, и дебитов самоизливающихся скважин. Так, например, в долине р. Кумы (сел. Советское, скв. 1271) за период с 1951 по 1964 г. напор водоносного горизонта снизился от +2,54 до +0,36 *м*, а дебит скважины уменьшился с 1,2 до 0,04 *л/сек*. При бурении первых скважин в этом селении в 1903 г. уровни воды в них поднимались примерно на 8 *м* выше поверхности земли. Следовательно, за весь период эксплуатации горизонта (60 лет) величина снижения напора составила 7,5 *м*. По данным обследований на конец 1963 г., всего в сел. Советском насчитывалось 120 скважин, вскрывших древнечетвертичный водоносный комплекс. Суммарный дебит этих сква-

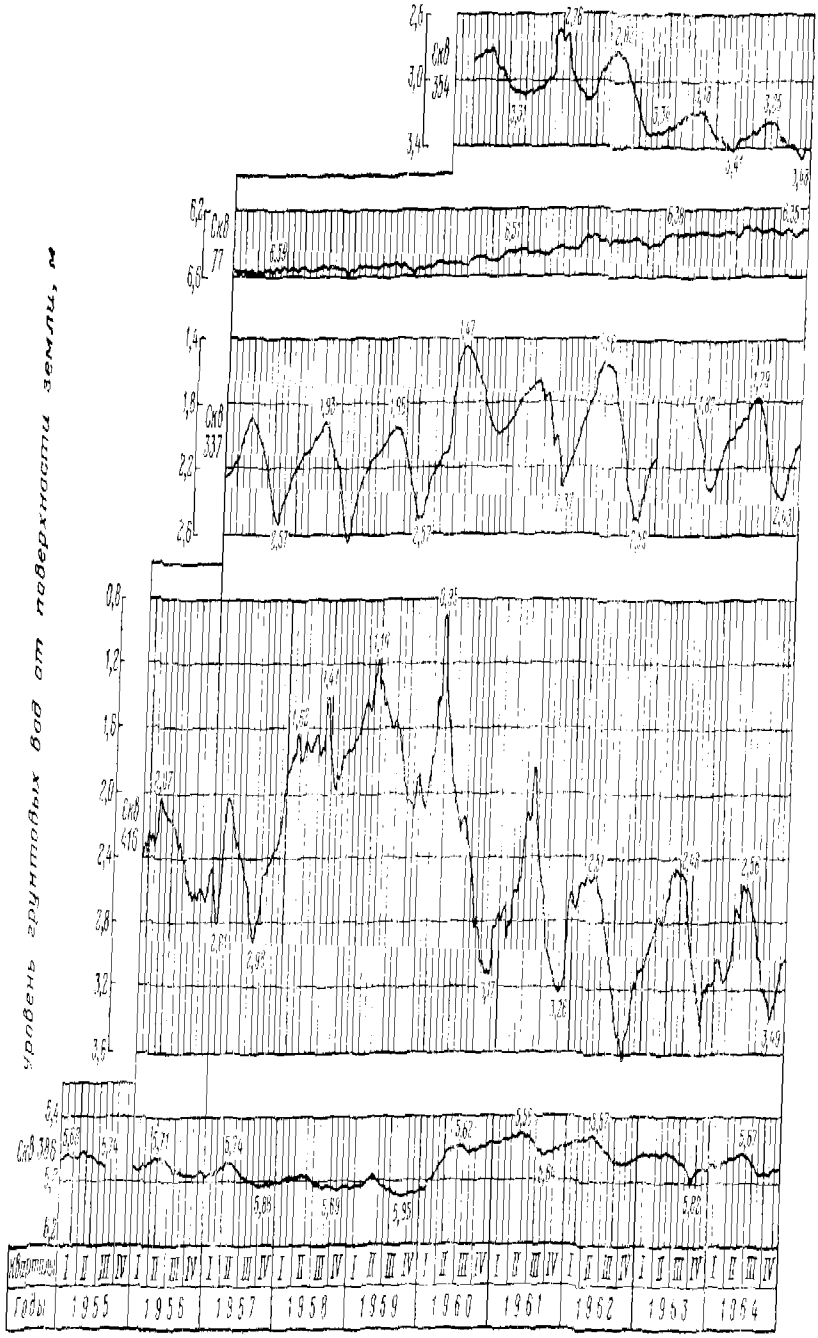


Рис. 25. Колебания уровня грунтовых вод Терско-Кумского артезианского бассейна (Составил В. В. Лисовин)

жин составлял 42,3 *л/сек*. В результате эксплуатации его образовалась депрессионная воронка глубиной 6 *м* и диаметром более 2 *км*, причем, как показывают наблюдения, она продолжает расти главным образом в направлении падения пьезометрической поверхности.

Снижение напора рассматриваемого водоносного комплекса и дебитов скважин отмечается и в с. Архангельском, где также имеется несколько наблюдательных скважин. Весьма интересные данные получены по скв. 1268, находящейся в 5 *км* от района расположения самоизливающихся скважин. Здесь наряду с сезонным колебанием

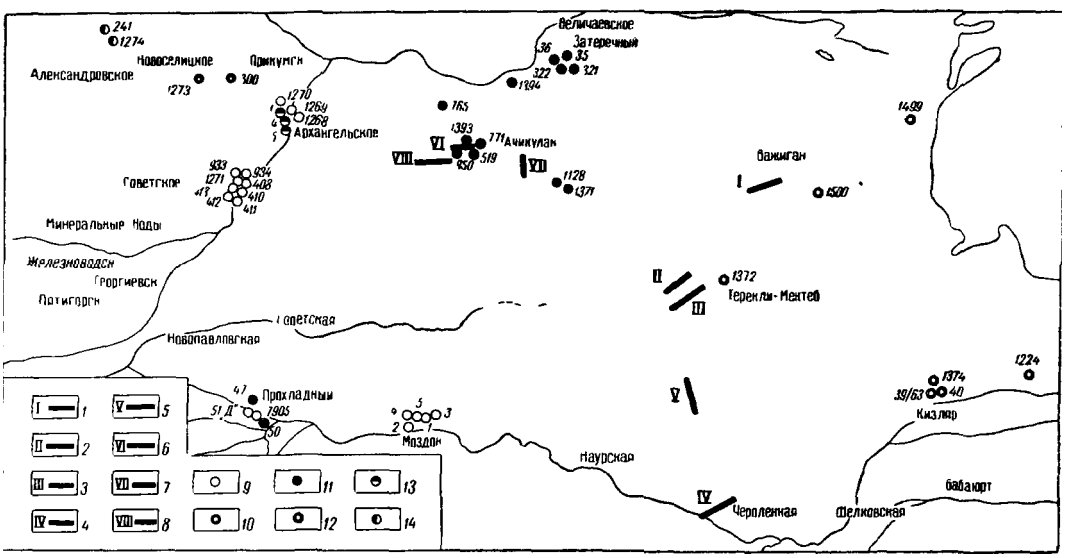


Рис 26. Схема размещения наблюдательных скважин и створов Терско-Кумского артезианского бассейна на 1/I 1965 г. (Составил В. В. Лисовин)

Створы скважин *1* — Бажиганский; *2* — Наримановский, *3* — Терекли-Мектебский, *4* — Червленновский, *5* — Камышевский, *6* — Ашкулакский, *7* — Махач-Аульский, *8* — Кара-Тюбинский, Скважины, вскрывшие водоносные горизонты *9* — древнеаллювиальный, *10* — бакинский, *11* — апшеронский; *12* — акчагыльский, *13* — верхнесарматский, *14* — среднесарматский

уровня, зависящим от режима уровня поверхностных вод р. Кумы, имеет место и систематическое снижение уровня, величина которого за период с 1951 по 1964 г. составила около 1 *м*.

По химическому составу воды данного водоносного горизонта различны. Во времени как общая минерализация, так и состав воды более или менее постоянны, хотя в отдельные годы имеют место и довольно заметные колебания. Так, за период 1957—1959 гг. по всем наблюдательным скважинам минерализация воды, изменяющаяся от 0,3 до 2,5 *г/л*, повышалась на 20—30%. При глубинах вскрытия водоносных горизонтов 62—123 *м* температура воды, измеренная на устье скважин, колеблется в пределах 11,5—16° С.

Наблюдения за бакинским водоносным комплексом проводились в восточной части Терско-Кумского бассейна, где в настоящее время весьма широко эксплуатируются три водоносных горизонта, залегающих на глубинах от 190 до 470 *м*. Избыточный напор водоносных горизонтов на момент заложения наблюдательных скважин в зависимости от рельефа местности изменялся в пределах от +1,46 до +34,7 *м*, а дебиты самоизливающихся скважин составляли 0,22—32 *л/сек*.

Многолетние наблюдения показали, что самоизлив воды из скважин вызвал постепенное снижение напоров и дебитов скважин. Как пример можно привести данные по скв. 1372 (сел. Терекли-Мектеб), где за период с 1956 по 1964 г. напор горизонта снизился от +11,3 до +3,14 *м*, а дебит скважины при свободном самоизливе уменьшился с 6,9 до 0,3 *л/сек*. Интересно отметить, что в ряде скважин (1500, 1373, 1163) наблюдаются пульсирующие колебания дебитов, которые, по всей вероятности, связаны с газоносностью водоносных пластов. В этих условиях нередки случаи, когда в первое время работы скважины (сроком до 5 лет) наблюдается даже некоторое увеличение дебитов или же относительное их постоянство. Однако более длительные наблюдения показывают, что спустя несколько лет наступает постоянное снижение дебитов. Некоторые исследователи такое уменьшение дебитов связывают главным образом с образованием в скважинах песчаных пробок. С этим положением вряд ли можно согласиться, так как падение дебитов, как правило, сопровождается и снижением напоров.

Водоносные горизонты бакинских отложений в преобладающем большинстве содержат воды гидрокарбонатно-натриевого состава с общей минерализацией 0,3—0,6 *г/л* в юго-западной и 2—3 *г/л* в восточной прибрежной части распространения данных горизонтов. Во времени общая минерализация и химический состав вод более или менее постоянны.

Температура воды зависит от глубины залегания водоносного горизонта. По первому горизонту она изменяется от 15,2 до 22,3° С, по второму — от 20 до 26,5° С и по третьему — от 26,5 до 27° С.

Апшеронский водоносный комплекс в настоящее время наиболее интенсивно эксплуатируется в центральной части Терско-Кумского бассейна (поселки Затеречный, Ачикулак, Махмуд-Мектеб и др.). Водоносные горизонты его залегают на глубинах 240—385 *м* и дают самоизлив пресных питьевых вод. Анализ материалов многолетних наблюдений показывает, что в условиях эксплуатации режим их непостоянен.

По всем наблюдаемым скважинам при их непрерывном самоизливе происходит снижение и дебитов и избыточных напоров. При этом по четырем скважинам из восьми в первый период работы (от 2 до 5 лет) отмечалось даже заметное увеличение дебитов, что, вероятно, связано с такими явлениями, как разглинизация и вынос песка из скважин.

Характер восстановления напора показан на рис. 27 на примере скв. 1394, из которого видно, что восстановление его длится 10—12 часов. На этом же рисунке показана интенсивность снижения дебитов и напоров по скважинам 1394, 1371 и 1393, которые отражают условия сработки упругих запасов подземных вод рассматриваемых водоносных горизонтов. Обращают на себя внимание данные по скв. 1393, где при крайне незначительном дебите напор продолжает интенсивно снижаться. Ближайшие эксплуатационные скважины находятся в нескольких километрах от нее. Это позволяет предполагать, что здесь происходит или образование крупных районных депрессий, или региональное снижение напора апшеронского водоносного комплекса. Как пример быстрого снижения напоров последнего можно привести данные по Озек-Суагской нефтеносной площади, где только за период с 1954 по 1961 г. в результате самоизлива 83 скважин с общим дебитом 120 *л/сек* образовалась районная депрессионная воронка глубиной до 7 *м*, длиной 8—10 *км* и шириной 4—5 *км*.

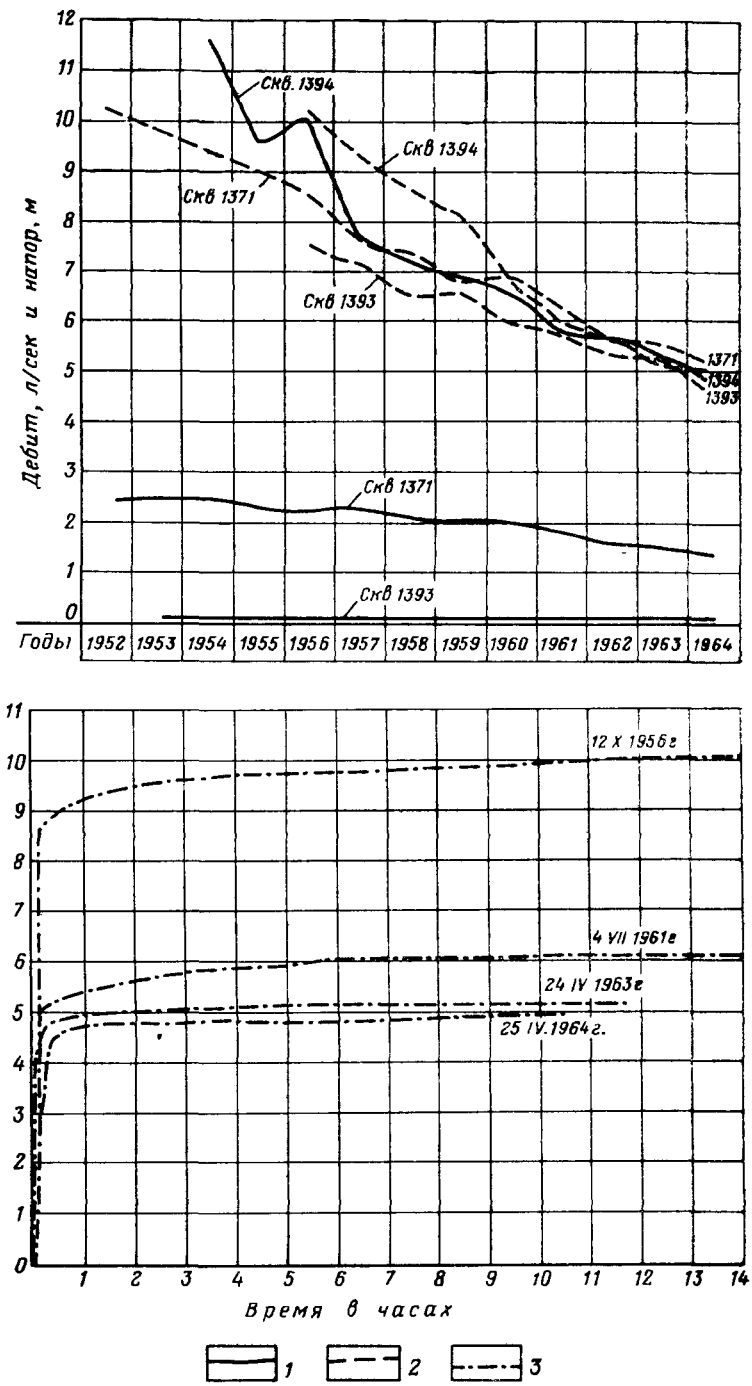


Рис. 27. Графики режима апшеронского водоносного горизонта Терско-Кумского артезианского бассейна (Составил В. В. Лисовин)

1 — дебиты; 2 — напоры; 3 — восстановление напора по скв 1394

Помимо сработки напоров, здесь еще следует обратить внимание и на режим химического состава подземных вод. Так, если за предыдущие 18 лет (1946—1963 гг.) химический состав воды был довольно постоянен (плотный остаток 400—500 *мг/л*), то в 1964 и в начале 1965 г. произошло довольно заметное увеличение общей минерализации воды с 0,4—0,5 до 0,6—0,7 *г/л* главным образом за счет сульфата натрия.

В результате гидро-карбонатно-сульфатно-натриево-кальциевые воды становятся сульфатно-гидрокарбонатно-натриевыми. Причина такого изменения химического состава их пока остается невыясненной.

Температура воды, замеренная на устье скважин при свободном самоизливе, в зависимости от глубины залегания водоносных горизонтов и дебита скважин изменяется в пределах от 14 до 26° С.

Режим водоносных горизонтов акчагыльских, верхне- и среднесарматских отложений изучался в северо-западной части Терско-Кумского бассейна (села Чернолесское, Томузловское, Архангельское и Журавское), являющейся областью питания их. К востоку упомянутые горизонты резко погружаются и воды их становятся высокоминерализованными, непригодными для использования в питьевых и хозяйственных целях.

Многолетний самоизлив скважин, как и по ранее рассмотренным водоносным горизонтам, сопровождается одновременным снижением и дебитов, и напоров (табл. 44).

Таблица 44

Режим акчагыльского и сарматского водоносных горизонтов

Номер скважины	Водоносный горизонт	Период наблюдений, годы	Снижение дебита за весь период, *л/сек*	Среднегодовое снижение дебита, *л/сек*	Среднегодовой % снижения дебита	Снижение напора за весь период, *м*	Среднегодовое снижение напора, *м*	Среднегодовое снижение напора, %
300	Акчагыльский	1946—1964	35—1,26	0,12	3,4	—	—	—
1373	„	1951—1964	0,21—0,05	0,11	5,2	3,28—2,28	0,07	2,1
4	Верхнесарматский	1957—1964	6,63—2,79	0,35	5,2	—	—	—
241	Среднесарматский	1946—1964	2,6—0,27	0,12	4,6	—	—	—
1274	„	1950—1964	2,48—1,2	0,085	3,4	6,45—3,85	0,17	2,6
Средний % снижения					4,36			2,35

Приведенные данные показывают, что величина падения напоров примерно в два раза меньше, чем дебитов, в то время как по апшеронскому горизонту и дебиты, и напоры снижаются почти с одинаковой интенсивностью.

Согласно приведенным данным, ориентировочный срок службы самоизливающихся скважин, при современном состоянии режима описываемых водоносных горизонтов, определяется в 18—28 лет.

В связи с этим следует отметить, что эксплуатация Терско-Кумского бассейна в большинстве случаев ведется путем непрерывного самоизлива скважин. И если учесть, что только 30% воды используется по назначению, а остальное количество ее сбрасывается бесцельно, то становится ясно, насколько важен вопрос о переводе всех фонтанирующих скважин на крановый режим. Это, с одной стороны, в несколько раз продлит срок службы самоизливающихся скважин, а с другой — значительно снизит интенсивность сработки напоров эксплуатируемых водоносных горизонтов.

Глава IV

●

ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ТЕРМАЛЬНЫЕ ВОДЫ

Исследованиями последних лет на Северном Кавказе установлено широкое развитие подземных вод, которые могут быть использованы как сырье для промышленности или для целей теплофикации. На площадях сгущения разведочных и эксплуатационных нефтегазовых и гидрогеологических скважин промышленные и термальные воды изучены довольно детально, для других районов имеются лишь отрывочные сведения для некоторых стратиграфических горизонтов нормального разреза.

Термальные и промышленные воды приурочены к мезо-кайнозойским отложениям. Подземные воды с повышенным содержанием микроэлементов и высокими температурами обычно обладают высокой общей минерализацией (до 80—100 и в отдельных случаях до 420 *г/л*). В составе растворенных солей преобладают хлор и натрий. В водах с минерализацией до 15—20 *г/л* часто в относительно большом количестве содержатся гидрокарбонаты. Сульфаты в заметных количествах встречаются лишь в пресных и слабо минерализованных водах вблизи областей питания водоносных горизонтов или в условиях неглубокого их залегания. Воды большинства глубоких водоносных горизонтов по химическому составу относятся к типу хлоридно-натриевых и реже гидрокарбонатно-хлоридно-натриевых. В солевом составе подземных минерализованных вод ионы щелочноземельных металлов никогда не бывают преобладающими.

Высокая степень прогретости пород обусловливает формирование теплых и горячих подземных вод с температурами от 30—40 до 80—100° С. В Терско-Кумском артезианском бассейне температура мезозойских пород достигает 140—180° С. В процессе самоизлива вода к устью скважин поступает в известной степени охлажденной, что зависит от степени прогретости ее в недрах и от дебита. Температура самоизливающихся вод порядка 40—70° С для Предкавказья является довольно обыденным явлением. В районе г. Прикумска некоторые скважины, вскрывающие породы мелового возраста, фонтанируют пароводяной смесью с температурой до 104—117° С.

Почти всегда промышленные и термальные воды на Северном Кавказе сопутствуют нефтяным и газовым залежам. Промышленная нефтегазоносность охватывает большой диапазон стратиграфического разреза от плиоцена до палеозоя включительно. Оценка перспектив практического значения промышленных и термальных вод должна проводиться с обязательным учетом степени нефтегазоносности пород,

а также стадии разработки нефтяных и газовых залежей. Дело в том, что большие отборы промышленных и термальных вод из горизонтов, содержащих нефтяные или газовые залежи, могут снизить в них гидравлическую энергию.

Промышленные воды. Грунтовые воды четвертичных отложений не содержат полезных микрокомпонентов в промышленных концентрациях. Концентрация йода в подземных водах континентальных отложений на площади Червленной (Восточное Предкавказье) достигает 37,5 *мг/л*. Промышленная йодоносность вод в породах понтического возраста установлена на площади Голубицкой (Западное Предкавказье). Высокие содержания йода (до 63 *мг/л*) выявлены в водах мэотиса Анастасиевско-Троицкой (Западное Предкавказье) и Червленной площадей.

Воды сарматских отложений юга Западного и Восточного Предкавказья нередко обогащены йодом. В верхнесарматских водах Правобережной площади концентрация калия достигает 605 *мг/л*.

В караганском комплексе промышленная концентрация йода (до 65 *мг/л*) встречена лишь на Северо-Крымской площади Юго-Западного Предкавказья. Другие микроэлементы с высокими концентрациями в водах этого водоносного горизонта не обнаружены. В ряде районов Предкавказья караганский и чокракский горизонты испытывались совместно. Промышленные концентрации в них йода (до 62 *мг/л*) выявлены на некоторых площадях юга Западного Предкавказья и на Северо-Ставропольской площади.

Воды с промышленной концентрацией йода в чокракском горизонте обнаружены на ограниченной территории юга Западного Предкавказья, к востоку от Ставрополья и в Дагестане. Наиболее высокое содержание йода зафиксировано на Петровско-Благодарненской площади Центрального Предкавказья. Кондиционные содержания борного ангидрида обнаружены в водах чокракских отложений на юге Западного Предкавказья и в Дагестане. В водах Центрального Предкавказья борный ангидрид не найден.

Йод с кондиционным содержанием встречен в водах майкопских отложений на юге Западного Предкавказья, к востоку от Ставрополья и на площади Датых. Самая высокая концентрация его (до 66 *мг/л*) обнаружена в подземных водах у станицы Кутаисской Краснодарского края. В пределах тех же районов, за исключением площади Датых, обнаружен борный ангидрид. Максимальное количество его приурочено к Азовской площади юга Западного Предкавказья.

Микроэлементы в водоносных горизонтах древнее майкопских отложений распространены значительно шире. В водах хадумского горизонта концентрация их варьирует в широких пределах. Йод с промышленными концентрациями обнаружен только на некоторых площадях Центрального Предкавказья и Дагестана. Наиболее высокое содержание его (до 56 *мг/л*) отмечается на Северо-Ставропольской площади. Воды хадумского горизонта, как правило, бедны борным ангидридом. С кондиционным содержанием он встречен только на юге Дагестана. Пелагиадинская площадь Ставрополья — единственная в Предкавказье, где в воде одной скважины, выведенной из хадума, обнаружено промышленное содержание брома (600 *мг/л*). Воды хадумских отложений Дагестана обогащены стронцием. Кроме Дагестана, промышленные содержания калия (до 1000 *мг/л*) обнаружены в подземных водах хадума на Расшеватской площади Ставрополья.

В эоценовом водоносном комплексе йод встречается в ряде районов Предкавказья с содержанием до 42 *мг/л*. Наиболее богаты им воды

карбонатных отложений кумской свиты юга Западного Предкавказья и белой свиты Ставрополья. В водах черкесской свиты максимальные содержания йода в воде снижаются до 18—22,8 *мг/л*. Подземные воды эоценовых отложений наиболее обогащены другими микроэлементами в Дагестане На некоторых площадях здесь обнаружены калий — до 640 *мг/л* и стронций — до 304 *мг/л*

Йод в водах абазинской свиты палеоцена содержится в небольших концентрациях Этот микроэлемент с промышленной концентрацией (29,1 *мг/л*) выявлен на площади Зыбза Западного Предкавказья В составе вод свиты Горячего Ключа йод принимает еще меньшее участие С промышленным содержанием он обнаружен только на площади Великой (20,7 *мг/л*). Кондиционные концентрации йода в водах эльбурганской свиты выявлены лишь на севере Западного и Центрального Предкавказья Максимальное содержание в водах Ново-Минской площади достигает 58,4 *мг/л*.

В водах палеоценовых отложений Сенгилеевской площади Ставрополья выявлено содержание брома Кондиционные содержания других микроэлементов в водах пород палеоцена Предкавказья пока не установлены Помимо перечисленных данных, имеются сведения о том, что в водах палеогеновых отложений Ставрополья йод встречается с концентрацией до 88 *мг/л*, а калий — до 2000 *мг/л*

В водах верхнемеловых отложений промышленные концентрации микроэлементов наблюдаются повсеместно, за исключением Центрального Предкавказья. На площади Заманкул Сунженского антиклинория установлено максимальное содержание йода, достигающее 50,8 *мг/л* В нефтяных водах площади Ачалуки Сунженского антиклинория концентрация борного ангидрида снижается, а в Дагестане содержание его в водах снижается еще более, оставаясь кондиционным лишь для некоторых районов В ряде площадей Восточного Предкавказья, а также Дагестана максимальные содержания калия доходят до 725,7 *мг/л*, а стронция — до 269 *мг/л*

В подземных водах нижнего мела йод с промышленными содержаниями (до 49,7 *мг/л*) выявлен на некоторых площадях Западного Предкавказья, в районе г Прикумска и на площади Датых (Восточное Предкавказье) В Западном Предкавказье наблюдается некоторое снижение содержания йода в направлении от южных районов к северным Другие микроэлементы с кондиционным содержанием, по существующим материалам, имеются лишь в восточной половине Предкавказья На Величаевской площади (Восточное Предкавказье) был выявлен калий с концентрацией до 3140 *мг/л*, стронций в водах региона встречается в количестве до 485,5 *мг/л*

Гидрохимия юрских отложений изучена несколько слабее в сравнении с меловыми, палеогеновыми и неогеновыми породами В подземных водах юрских отложений Южного Дагестана содержание йода не превышает 16,4 *мг/л* (площадь Хошмензил), что может представлять интерес лишь при совместном извлечении микроэлементов Содержания йода до 70,8 и 71,8 *мг/л* обнаружены в водах соответственно средней и верхней юры на площадях Баракаевской и Датых Западного и Восточного Предкавказья

На некоторых нефтегазоносных площадях Терско-Кумской депрессии среднеюрские подземные воды обогащены стронцием (до 700,2 *мг/л*) и калием (до 3618,4 *мг/л*) В подземных водах юрских отложений других районов Предкавказья кондиционные содержания полезных микроэлементов пока не обнаружены

Проведенными геологоразведочными работами установлено, что породы фундамента эпигерцинской платформы обладают плохими коллекторскими свойствами. Гидрогеология их изучена слабо и, следовательно, достоверные данные о содержании в водах микроэлементов отсутствуют.

Степень изученности промышленных вод в настоящее время не позволяет подсчитать средние значения концентрации отдельных микроэлементов по стратиграфическим горизонтам. За неимением средних цифр в табл. 45 приведены значения максимальных промышленных содержаний этих компонентов в подземных водах мезо-кайнозоя.

Таблица 45

Максимальные концентрации микроэлементов в подземных водах мезо-кайнозоя Предкавказья

Система	Максимальные содержания, *мг/л*			
	$J^{'}$	$Br^{'}$	$K^{\cdot}$	$Sr^{\cdot\cdot}$
Неоген	82	—	605	—
Палеоген	88	600	2000	304
Мел	50,8	630	3140	485,5
Юра	71,8	—	3618,4	700,2

Максимальные промышленные содержания микроэлементов имеют различные значения по отдельным стратиграфическим комплексам. Концентрация йода в подземных водах кайнозоя почти в полтора раза выше концентрации его в водах мезозоя. Наблюдается также прямая зависимость между степенью глинистости водосодержащих комплексов и концентрацией йода в подземных водах. Источником этого микроэлемента в водах, вероятнее всего, является органическое вещество, попавшее в отложения в процессе осадконакопления. Позднейшие процессы преобразования отложений и органических остатков приводили к десорбции йода и обогащению им подземных вод. В Предкавказье почти повсеместно подмечается прямая зависимость между степенью минерализации подземных вод и концентрацией в них йода. Наиболее высокие содержания его наблюдаются в водах хлоридно-натриевого состава, как в среде с более высокой концентрацией растворенных солей.

Бор в подземных водах мезо-кайнозоя распределен также неравномерно. По вертикали в разрезе отчетливо фиксируется увеличение концентрации борного ангидрида от древних пород к молодым. Количественные содержания его в водах кайнозоя более чем в два раза превышают содержание в водах мезозоя. Эти факты свидетельствуют о том, что при поисках источников бора следует отдавать предпочтение изучению кайнозойского водоносного комплекса. В основной своей массе бор также сингенетичен водоносным породам. По мнению большинства исследователей, бор в подземных водах имеет в основном органическое происхождение, попадая в осадки с адсорбирующими его растительными и животными остатками. В подземные воды бор, как и *йод, переходит в процессе диагенеза и эпигенеза отложений, а также* в результате преобразования захороненного органического вещества.

При этом обращает на себя внимание тот факт, что для Западного Предкавказья наиболее благоприятной средой для повышенных концентраций бора, в противоположность йоду, являются сравнительно менее минерализованные воды (10—30 *г/л*) с преобладанием в составе растворенных солей гидрокарбонатов натрия.

За редкими исключениями воды мезо-кайнозоя Предкавказья не содержат промышленных концентраций брома. По наблюдениям В. С. Котова (1957) и Н. В. Овчинникова (1960), концентрации его в подземных водах Западного Предкавказья увеличиваются вместе со степенью их минерализации. Хлоридно-натриевым водам свойственны более высокие концентрации брома.

Литий встречен в подземных водах Предкавказья всех систем мезокайнозоя. Наиболее высокие концентрации его приурочены к водоносным комплексам мела и палеогена. Подземные воды юрских и неогеновых отложений в основной своей массе содержат лития в 2—3 раза меньше, чем воды остальных систем мезо-кайнозоя. Происхождение лития в подземных водах и причины неравномерного распределения его в вертикальном разрезе на рассматриваемой территории до настоящего времени не изучены.

Калий в составе растворенных солей является пока единственным из полезных микрокомпонентов с четко выраженной закономерностью увеличения количественного содержания его (от 605 до 3618 *мг/л*) в подземных водах с возрастом водовмещающих пород. Основная масса калия находится в поглощающем комплексе осадков. В процессе диагенетических и особенно эпигенетических изменений происходят обменные реакции между породами и циркулирующими в них водами.

Кондиций на стронций в подземных водах до настоящего времени не имеется и поэтому трудно судить: могут ли существующие в Предкавказье концентрации его представлять промышленный интерес. По имеющимся материалам, в водах неогеновых отложений стронций не обнаружен. От палеогена до юры содержание его в подземных водах закономерно увеличивается от 304 до 700 *мг/л*.

В подземных водах Предкавказья различными методами анализа химического состава установлено наличие фтора, аммония, мышьяка, ртути, германия, индия и многих других микроэлементов. Ограниченные сведения по концентрации их в отдельных пробах не дают возможности изучить закономерности их распространения.

Рассолы с минерализацией от 50 *г/л* и более встречаются преимущественно в глубоко залегающих водоносных горизонтах с затрудненным и весьма затрудненным водообменом.

Воды с высокой минерализацией представляют наибольший интерес (как источник для промышленного извлечения из них растворенных солей) лишь для территории южной половины Предкавказья, где абсолютные отметки пьезометрических напоров в водоносных горизонтах значительно превышают отметки поверхности земли. Превышение пьезометрических уровней над дневной поверхностью и удовлетворительные коллекторские свойства пород многих водоносных горизонтов на значительных территориях обеспечивают длительное фонтанирование скважин с довольно устойчивыми дебитами. На севере Предкавказья также имеются районы, где из различных горизонтов получены самоизливающиеся воды. Однако, поскольку повышенные пластовые давления здесь наблюдаются чаще всего вследствие упругих сил водосодержащих пород, скважины фонтанируют обычно непродолжительное время.

Термальные воды. В связи с отсутствием кондиций на термальные воды, утвержденных ГКЗ, при определении степени пригодности этих вод в практических целях мы будем руководствоваться некоторыми указаниями Н. П. Путника (1960), Б. М. Вымаркова и Н. П. Путника (1960), А. А. Антонюка (1961), А. А. Гавронского (1961) и некоторыми другими литературными источниками. Термальные воды с температурой более 20—25° С можно использовать в сельском хозяйстве для обогрева круглогодичных парников и теплиц. Нижним пределом применимости подземных вод в целях теплофикации жилых и административных зданий можно считать 40°. Воды с температурой на устье скважин более 90° С наиболее целесообразно использовать для выработки электроэнергии в геотермических электростанциях.

Термальные воды, пригодные для практического использования, встречены почти во всех стратиграфических горизонтах от акчагыла до палеозоя включительно.

Подземные воды акчагыла, пригодные для практического использования преимущественно в парниково-тепличном хозяйстве, встречены в двух скважинах Моздокской площади.

Воды здесь фонтанируют на устье скважин, дебит их составляет 2 *л/сек*, а температура 44—44,5° С. Низкая минерализация их, не превышающая 2,6 *г/л*, позволяет сооружать циркуляционные системы без теплообменников, а также применять эти воды в быту и для питья. Местное население использует их для лечения (без медицинского надзора).

Термальные воды из мэотических отложений получены в районе Передовых хребтов (Восточное Предкавказье) и на некоторых площадях самой погруженной части Азово-Кубанской впадины. В первом из них пресные воды самоизливаются с температурой от 30 до 45° и с дебитами до 13,9 *л/сек*. На базе этих вод целесообразно организовать круглогодичное выращивание овощей. На Троицкой и Фрунзенской площадях Западного Предкавказья воды из мэотических отложений фонтанируют с температурой до 57—59° С и с дебитами до 3—3,4 *л/сек*. Вследствие высокой минерализации этих вод, достигающей 50—70 *г/л*, практическое использование их возможно лишь в циркуляционной системе с теплообменником.

Сарматские отложения Азово-Кубанской и Терско-Кумской впадин содержат термальные воды, пригодные для применения преимущественно в сельском хозяйстве. Минерализованные воды в первой из них фонтанируют с температурой 47° С, дебитом более 3,5 *л/сек* и избыточным пьезометрическим напором до 5—6 *атм*. В Терско-Кумской впадине сарматские воды самоизливаются с температурой 36° С и дебитом 3 *л/сек*.

Подземные термальные воды в породах караганского возраста обнаружены лишь в Восточном Предкавказье. На Моздокской площади Терско-Кумской впадины они фонтанируют с температурой 47° С, дебитом 6 *л/сек* и используются местным населением для купания. На площади Гунюшки района Передовых хребтов караганские воды самоизливаются с температурой 77° С и дебитом 17,4 *л/сек*. Здесь организовано снабжение горячей водой местного населения, но целесообразно использовать эти воды также и для теплофикации жилых и административных зданий. Первоначальный дебит воды скв. 1/28 Октябрьской площади этого же района составил 23,2 *л/сек* при температуре на устье до 95° С. В случае устойчивости этих показателей во времени Октябрьская площадь может быть районом использования высокотермальных вод караганских отложений. На ряде площадей

Южного Дагестана караганские воды самоизливаются из скважин с температурой до 63° С и дебитом до 23 *л/сек*. Здесь организован розлив этой минеральной воды, а также частичное отопление и горячее водоснабжение местного населения.

Чокракские отложения содержат термальные воды во многих районах Северного Кавказа. На площади Великой получена вода с температурой 53° С, дебитом 0,6 *л/сек* и избыточным напором 20 *атм*. Местное население использует ее для лечения. Некоторые площади Адыгейского выступа характеризуются наличием в описываемых отложениях термальных вод с температурой на устьях скважин до 48° С, дебитами при самоизливе до 16,2 *л/сек* и избыточными напорами 1,6 *атм*. Воды эти практически не используются, если не считать технического водоснабжения бурящейся глубокой скважины. В районе г. Георгиевска выявлены подземные воды, фонтанирующие с температурой 69° С, дебитом более 26,6 *л/сек* и избыточным напором до 25,5 *атм*.

На многих площадях Терско-Сунженской нефтегазоносной области чокракские воды самоизливались из скважин с температурой до 76° С и более, с дебитами до 46 *л/сек* и избыточными напорами до 90 *атм*. В редких случаях эти воды используются для снабжения горячей водой населения. В Южном Дагестане чокракские воды фонтанируют из скважин с температурой до 68—71° С, дебитами до 46,3 *л/сек* и избыточными напорами до нескольких атмосфер. Воды эти частично используются для теплофикации жилых зданий и горячего водоснабжения.

В отдельных районах Северного Кавказа среди глин майкопа залегают довольно мощные пласты водонасыщенных песчаников и алевролитов, имеющих значительное площадное распространение. В связи с этим в ряде районов буровыми скважинами вскрыты подземные воды с удовлетворительной термодинамической характеристикой. В осевых частях Западно-Кубанской, Восточно-Кубанской и Терско-Кумской депрессий, а также в районе Передовых хребтов Восточного Предкавказья подземные воды майкопских отложений фонтанируют с температурой 41—87° С, дебитами от 3,1 до 11,7 *л/сек* и избыточными напорами до 94 *атм*. В практическом отношении они пока не нашли применения. В районе г. Майкопа (Адыгейский выступ) из майкопских и палеоценовых отложений получена вода с температурой на устье скважины 73° С, дебитом 58 *л/сек* и избыточным напором более 2 *атм*. Эта вода на протяжении нескольких лет используется в качестве лечебной, а также для отопления водолечебницы. Из майкопских отложений в районе г. Георгиевска выведена вода с температурой 92° С, дебитом 18,2 *л/сек* и избыточным напором 76,5 *атм*. Такая же по составу вода, но со значительно худшей термодинамической характеристикой, в г. Нальчике применяется для отопления лечебницы (рис. 28).

Подземные термальные воды эоценовых отложений, пригодные для практического использования, встречены в отдельных пунктах Северного Кавказа. На площади Кипячей (южный борт Азово-Кубанской впадины) эти воды самоизливаются с температурой 53° С, дебитом 4,3 *л/сек* и применяются в бальнеологических целях. В районе северо-восточного борта этой же впадины термальные воды эоценовых отложений получены на двух площадях, где они фонтанируют с температурой 93 и 94° С на устьях скважин, с дебитами до 8,6 *л/сек* и избыточными напорами до 6,7 *атм*. На площади Датых Черногорской моноклинали из эоценовых отложений получены воды с температурой 50° С и дебитом 4,1 *л/сек*. На курорте Талги в бальнеологических целях используется подземная вода эоценовых и меловых отложений, самоизливающаяся с температурой 37,3° С и дебитом 21,4 *л/сек*.

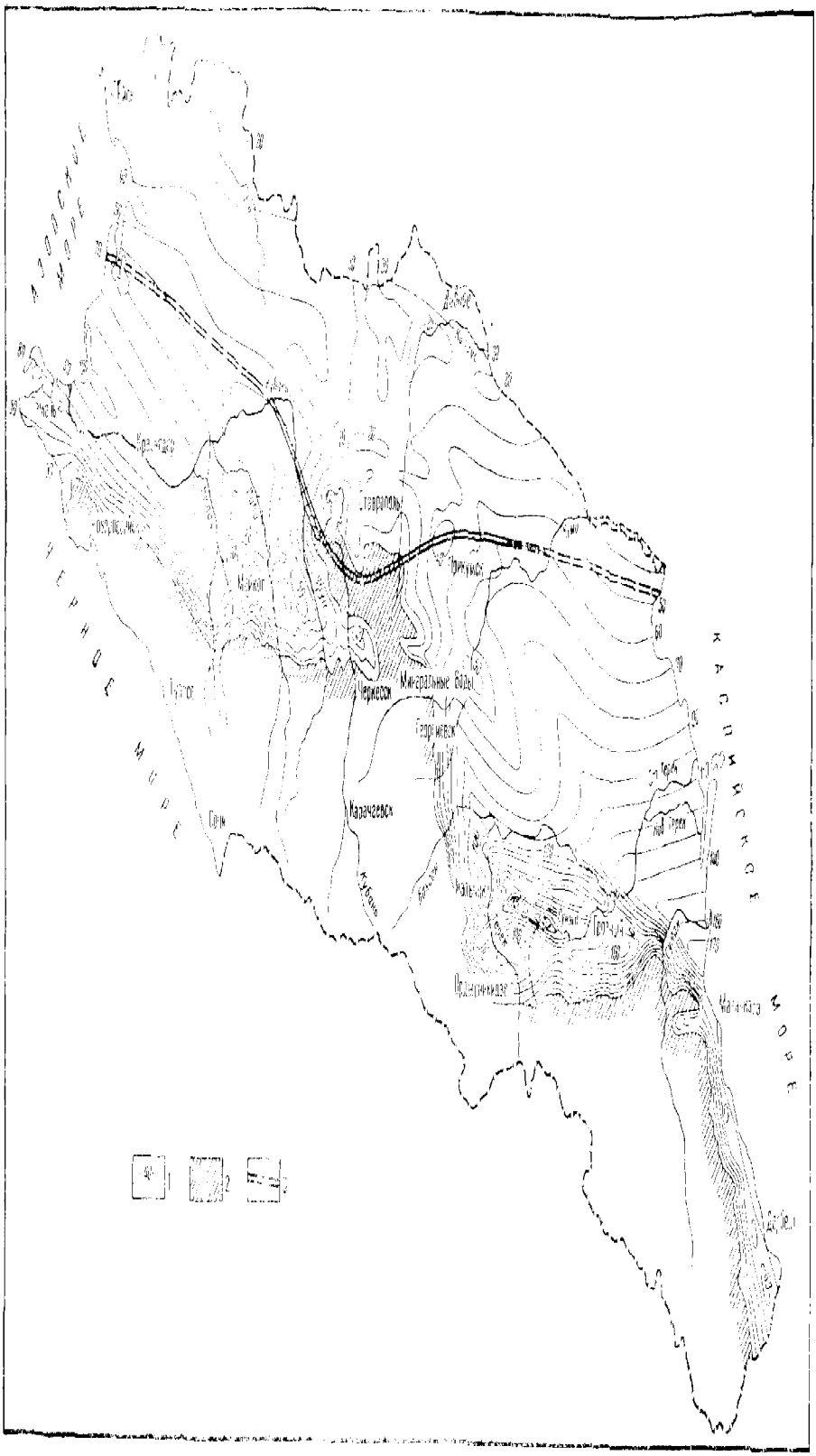


Рис. 28. Схемы геоизотерм по поверхности майкопских отложений Северного Кавказа (Составили А. И. Хребтов, В. С. Котов, С. А. Джемалова, Р. А. Левкович)

1 — геоизотермы в абсолютных отметках, м, 2 — выходы на поверхность майкопских отложений, 3 — северная граница районов устойчиво самоизливающихся подземных водами

Палеоценовые отложения содержат подземные термальные воды, используемые в бальнеологических целях, на трех площадях Западного Предкавказья. В районе южного борта Азово-Кубанской впадины эти воды фонтанируют с температурой до 58° С, дебитами до 4 *л/сек* и избыточными напорами до 88 *атм*. Палеоценовые воды Адыгейского выступа описаны выше.

Породы верхнемелового возраста распространены почти на всей территории Предкавказья. В районе г. Новороссийска термальные воды верхнемеловых отложений самоизливаются с температурой 33° С, дебитом 22,5 *л/сек* и избыточным напором 4 *атм*. Вода эта используется в качестве технической. На территории Кавминводского выступа верхнемеловые воды фонтанируют во многих скважинах с температурой до 50° С, дебитами изредка до 74,5 *л/сек* и избыточным напором до 40 *атм*. Воды эти частично используются в бальнеологических целях. На площади Датых при вскрытии верхнемеловых отложений в одной из скважин получен фонтан воды с температурой 77° С, дебитом 463 *л/сек* и избыточным напором 60 *атм*. В районе Передовых хребтов воды верхнего мела фонтанируют с температурой до 95° С, дебитом до 11,6 *л/сек* и избыточным напором до 151 *атм*. Вследствие упругого режима нецелесообразно планировать здесь практическое использование выявленных термальных верхнемеловых вод без проведения длительных опытных гидрогеологических работ. Вблизи г. Прикумска из верхнемеловых отложений получена пароводяная смесь с температурой 104,5° С, дебитом воды 3,5 *л/сек* и избыточным напором 35 *атм*. Самый высокий дебит верхнемеловой воды (810 *л/сек*) получен на площади Берекей Южного Дагестана. При этом температура на устье скважин составляла 57° С (рис. 29).

Термальные воды в нижнемеловых отложениях широко распространены на Северном Кавказе и на прилегающем Черноморском побережье. В Мацесте подземные воды самоизливаются с температурой 27°С на устье скважины и дебитом до 35,9 *л/сек*. Вода эта используется в бальнеологических целях. На Кропоткинской площади (северный борт Азово-Кубанской впадины) нижнемеловые воды фонтанируют с температурой 63,5° С и дебитом 2 *л/сек*. Первоначальные избыточные напоры составляли более 14 *атм*. В процессе отбора воды они снижаются. На Адыгейском выступе буровыми работами обнаружено много пунктов проявления нижнемеловых термальных вод. Самоизливаются они здесь с температурой до 94° С и дебитом до 40 *л/сек*, но широкого применения не имеют. В Восточно-Кубанском прогибе нижнемеловые воды фонтанируют с температурой до 99° С, дебитами до 33,4 *л/сек* и избыточными напорами до 21 *атм*. Практического применения воды этого района пока не имеют. На Кавминводском выступе термальные воды пород нижнемелового возраста обнаружены в наибольшем количестве пунктов. Здесь они получены с температурой до 61,5° С на устьях скважин, дебитами до 63 *л/сек* и избыточными напорами до 48 *атм*. Используются эти воды главным образом в бальнеологических целях. В г. Нальчике термальные воды нижнемеловых отложений, изливающиеся с температурой до 84° С и дебитами до 16,8 *л/сек*, применяются только в лечебных целях. Аргуданская площадь (Черногорская моноклиналь) характеризуется наличием подземных вод, фонтанирующих с температурой 45° С, дебитом 8 *л/сек* и избыточным напором 21 *атм*. В Терско-Кумской депрессии воды нижнемеловых отложений самоизливаются на многих площадях. Наибольшего внимания по термодинамическим данным заслуживает район г. Прикумска, где в одной из скважин получена паро-водяная смесь с температурой 117 °С и дебитом

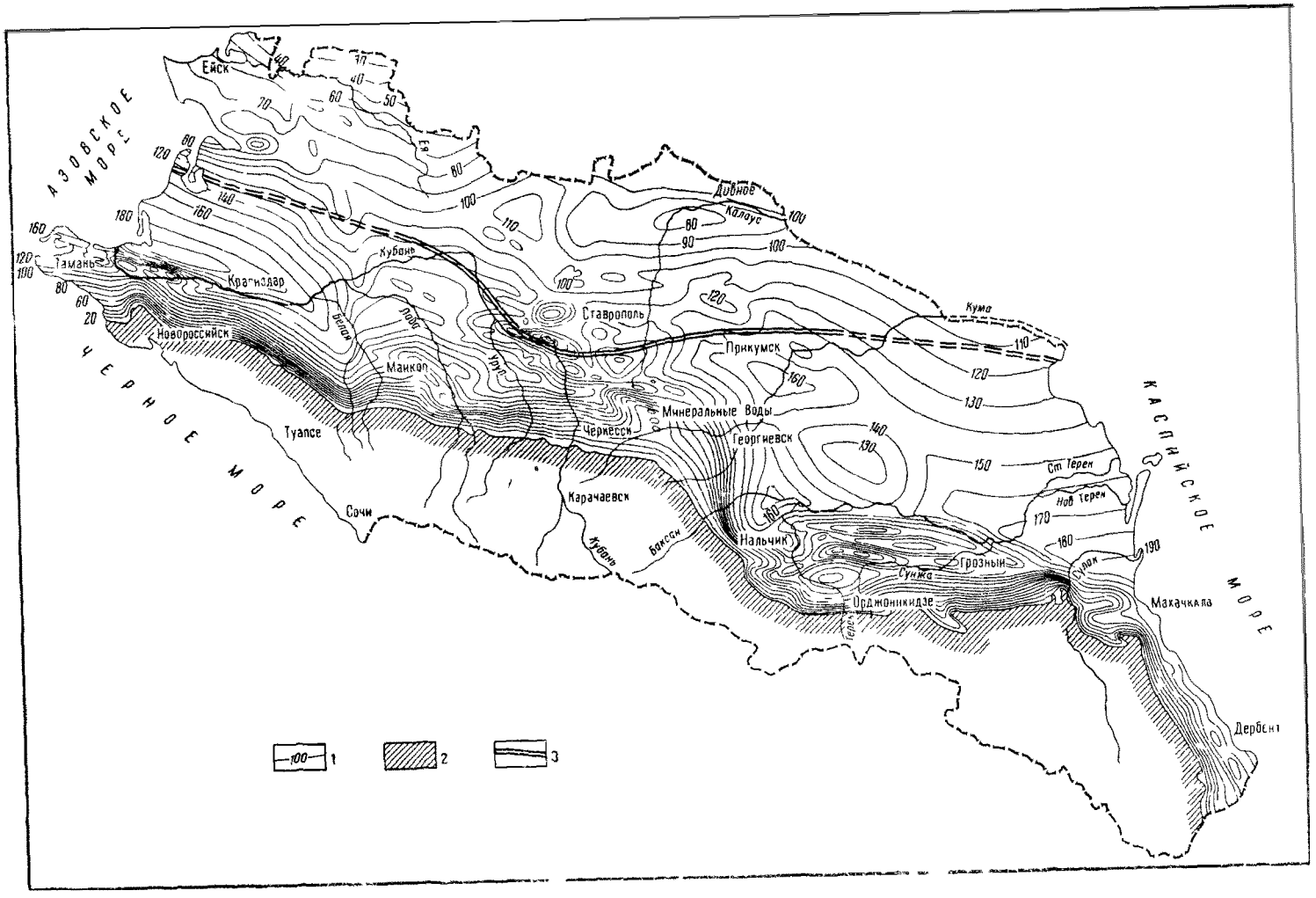


Рис 29 Схема гео изотерм по поверхности мезозойских отложений (Составили А И Хребтов, В С Котов, С А. Джемалова, Р А Левкович)

1 — геоизотермы абсолютных отметках, *м*, *2* — область поверхностного распространения мезозойских отложений *3* — северная граница районов с устойчиво самоизливающимися подземными водами

5 *л/сек* (в переводе на воду) С помощью некоторых мер по интенсификации водоотдачи пластов показатели эти можно значительно улучшить

Верхнеюрские отложения распространены лишь в южной части Северного Кавказа Во многих районах Предкавказья верхнеюрские породы залегают на больших глубинах По этим причинам до настоящего времени выявлено относительно небольшое количество пунктов проявления термальных вод, приуроченных к верхнеюрским отложениям Наиболее высокодебитные воды получены в Мацесте и в районе Кавминвод, где они самоизливались соответственно с дебитами до 64,8 и 25,2 *л/сек*, температурами на устьях скважин до 38,3 и 48° С и избыточными напорами до 1,6 и 29,9 *атм* В первом из этих районов термальные воды длительное время используются в бальнеологических целях, а во втором — бальнеологическое применение начнется в ближайшее время В горной части Северного Кавказа имеется ряд термальных источников, выходящих из юрских отложений Наиболее высокодебитный из них Рычал-Су (Южный Дагестан), где термальная вода с температурой 36,5° С изливается с дебитом до 1 *л/сек* Вода эта используется на розлив, а также в бальнеологических целях Вода источника Ахты (Южный Дагестан) изливается с температурой 53,5° С дебитом 0,8 *л/сек* и применяется в качестве лечебной Термальные воды верхнеюрских отложений на площадях Ярославской (Азово-Кубанская впадина), Безводно-Ширванской (Адыгейский выступ) и Черкесской (Восточно-Кубанский прогиб) в народном хозяйстве не используются, хотя фонтанируют они с температурой 44—70° С дебитами 3,5—4,1 *л/сек* и избыточными напорами от 3 до 120 *атм*

Термальные воды нижнеюрских отложений, по имеющимся сведениям, обнаружены лишь в окрестностях г. Черкесска Фонтанируют они с температурой до 47° С, дебитами до 12,1 *л/сек*, избыточными напорами 10,7 *атм*, но в практическом отношении пока не используются

Естественные выходы термальной воды из образований палеозоя известны лишь в горной части Северного Кавказа (описание приводится в разделе «Минеральные воды и лечебные грязи»)

Районирование промышленных и термальных вод. По основным микрокомпонентам на Северном Кавказе выделено тринадцать районов промышленных вод В шести из них подземные воды являются йодоносными, в четырех — бороносными и в трех — боро-йодоносными За пределами этих районов подземные воды чаще всего изучены слабо Имеются основания полагать, что в контурах выделенных районов отдельные участки между изученными площадями являются высокоперспективными

Первый район йодоносных вод протягивается полосой на юге Западного Предкавказья от Таманского полуострова на западе до Адыгейского выступа на востоке и объединяет 47 нефтегазоносных площадей Здесь выявлены йодоносные воды в различных стратиграфических горизонтах от юры до понтического яруса включительно

Второй район йодоносных вод, расположенный на севере Западного Предкавказья, включает 10 разведочных и эксплуатационных нефтегазоносных площадей Промышленные концентрации йода установлены в водах нижнего, верхнего мела и эльбургана Близкое к кондиционному содержание борного ангидрида выявлено в водах нижнемеловых отложений

Третий район промышленных йодоносных вод находится в пределах Ставропольского края Он включает десять нефтегазоносных площадей За исключением свиты Горячего Ключа, промышленные кон

центрации йода здесь установлены во всех водоносных горизонтах от эльбургана до чокрака. Концентрации борного ангидрида, близкие к кондиционным, встречены лишь в водах чокракского горизонта. Высокие содержания калия (до 2000 *мг/л*) обнаружены в палеогеновых водоносных горизонтах. Бром с повышенным содержанием выявлен в водах палеоценовых пород Сенгилеевской площади.

Четвертый район промышленных йодоносных вод объединяет семь нефтегазоносных площадей юго-восточной половины Предкавказья от Георгиевской на западе до Правобережной и Червленной на востоке. Промышленные воды этого района охватывают самый большой диапазон геологического разреза. Йодоносные воды встречены здесь в отложениях от верхней юры до плиоценовых. Йод с промышленными концентрациями не обнаружен лишь в водах чокрака и некоторой части эоцена и палеоцена.

Для большинства водоносных горизонтов характерны повышенные содержания лития, калия (до 605 *мг/л*) и стронция.

Пятый район йодоносных вод расположен на восточной окраине Восточного Предкавказья и занимает сравнительно небольшую площадь (здесь пробурены лишь две опорные скважины). Воды сармата в пределах этого района содержат йода до 45,7 *мг/л*. При анализе химического состава подземных вод другие микрокомпоненты не определялись.

Шестой район йодоносных вод находится в Южном Дагестане, где он охватывает четыре площади (Гаша, Селли, Избербаш и Хошмензил). Промышленно йодоносные воды приурочены к верхнему мелу, фораминиферовым слоям, хадуму и чокраку. В подземных водах этого района часто встречаются литий с промышленным содержанием, в повышенных количествах стронций и некоторые другие микроэлементы.

Седьмой район промышленных вод является бороносным. Расположен он на территории северо-западного погружения Кавказского хребта, в области развития современного грязевого вулканизма. Бороносные воды приурочены к породам нижнего и верхнего мела. В них также обнаружен йод до 38,2 *мг/л*.

Восьмой район промышленных бороносных вод приурочен к площади Великой, расположенной на юго-восточном окончании Ейско-Березанского вала. В этих водах обнаружен также йод с кондиционными содержаниями (18—20,7 *мг/л*). Здесь наблюдается снижение концентрации борного ангидрида и увеличение содержания йода вниз по разрезу.

Девятый район промышленных бороносных вод объединяет 12 разведочных и нефтегазоносных площадей Терско-Кумской депрессии и северо-восточного крыла Невинномысской складчатой зоны. Высокие концентрации борного ангидрида здесь обнаружены в водах отложений мела, палеоцена и майкопа. Кондиционное содержание (до 30 *мг/л*) йода установлено пока только в водах отложений нижнего мела в районе г. Прикумска и на Южно-Сухокумской площади. Здесь же в водах нижнемеловых и среднеюрских отложений выявлены высокие концентрации калия (2256—3618 *мг/л*) и стронция (до 485—700 *мг/л*). Нижнемеловые воды некоторых площадей обогащены литием и бромом.

Десятый район промышленных вод на бор расположен в Южном Дагестане. Водоносные горизонты от юры до хадума — площадей Берекей, Дузлак и Дагогни — содержат воды с кондиционными концентрациями борного ангидрида. Максимальные концентрации борного ангидрида приурочиваются к водам верхнего мела и фораминифе-

ровых слоев. Концентрации йода в водах района не превышают 16 *мг/л* и, следовательно, добыча его рентабельна только при совместном извлечении с другими микроэлементами. Подземные воды этого района чрезвычайно богаты литием.

В водоносных горизонтах от нижнего мела до хадума выявлен стронций с концентрациями от 248 до 304 *мг/л*. Как видно из приведенных данных, район имеет важное промышленное значение.

Одиннадцатый район промышленных вод, как и два последующих, является боро-йодоносным. Он объединяет 12 нефтегазоносных площадей юго-западной части Западного Предкавказья, расположенных на территории моноклинали северного склона Кавказа. Боро-йодоносны здесь воды пород нижнего мела, свит Горячего Ключа и абазинской, кумского горизонта, майкопских слоев, чокрака и сармата. Содержания йода в водах свиты Горячего Ключа и майкопской толщи не превышает 15,5 *мг/л*, что может представлять промышленный интерес лишь при совместном извлечении его с борным ангидридом.

Двенадцатый район промышленных боро-йодоносных вод расположен в Западном Предкавказье, на нефтегазоносной площади Ладожской (юго-западное окончание Ейско-Березанского вала). При совместном опробовании в скв. 1 эльбурганского горизонта и свиты Горячего Ключа была получена вода с содержанием борного ангидрида и йода. О распространении полезных микрокомпонентов в подземных водах других стратиграфических горизонтов сведения отсутствуют.

Тринадцатый район промышленных боро-йодоносных вод расположен в зоне Западного и Центрального Предкавказья. Здесь лишь на площадях Армавирской и Александровской выявлены промышленные концентрации борного ангидрида и йода в водах пород черкесской свиты (табл. 46).

По термогидродинамическим условиям на Северном Кавказе нами выделяются восемь районов.

Относительно максимальных температур подземных вод можно судить по изотермам поверхности пород доюрского фундамента. Согласно этим изотермам, выделено четыре типа зон, где подземные воды мезо-кайнозойских пород обладают своими температурными диапазонами. Так, имеется зона, где в осадочных породах выше доюрского фундамента подземные воды не могут иметь температуру более 20° С. Следующие зоны характеризуются возможным распространением подземных вод с температурой в интервалах 20—50, 50—100 и более 100° С. На территории Северного Кавказа выделяется также зона, где подземные воды отличаются устойчивым самоизливом, что повышает степень перспективности их для практического использования (рис. 30).

Первый район термальных вод расположен на территории северо-западного погружения Кавказского хребта и Черноморского побережья. В гидрогеологическом отношении изучен он неравномерно. Наибольшее количество этих данных приурочено к Черноморскому побережью и северному склону Кавказского хребта. Подземные воды здесь могут быть от слаботермальных до предельно перегретых. Самоизливающиеся воды возможны преимущественно на участках с пониженным рельефом. Высокие дебиты подземных вод ожидаются лишь в местах повышенной трещиноватости горных пород. Вследствие близости области питания воды здесь имеют минерализацию не более 3—10 *г/л*. По термогидродинамическим показателям они оцениваются как ограниченно перспективные для практического использования в целях теплофикации сельскохозяйственных предприятий, жилья и для выработки электроэнергии.

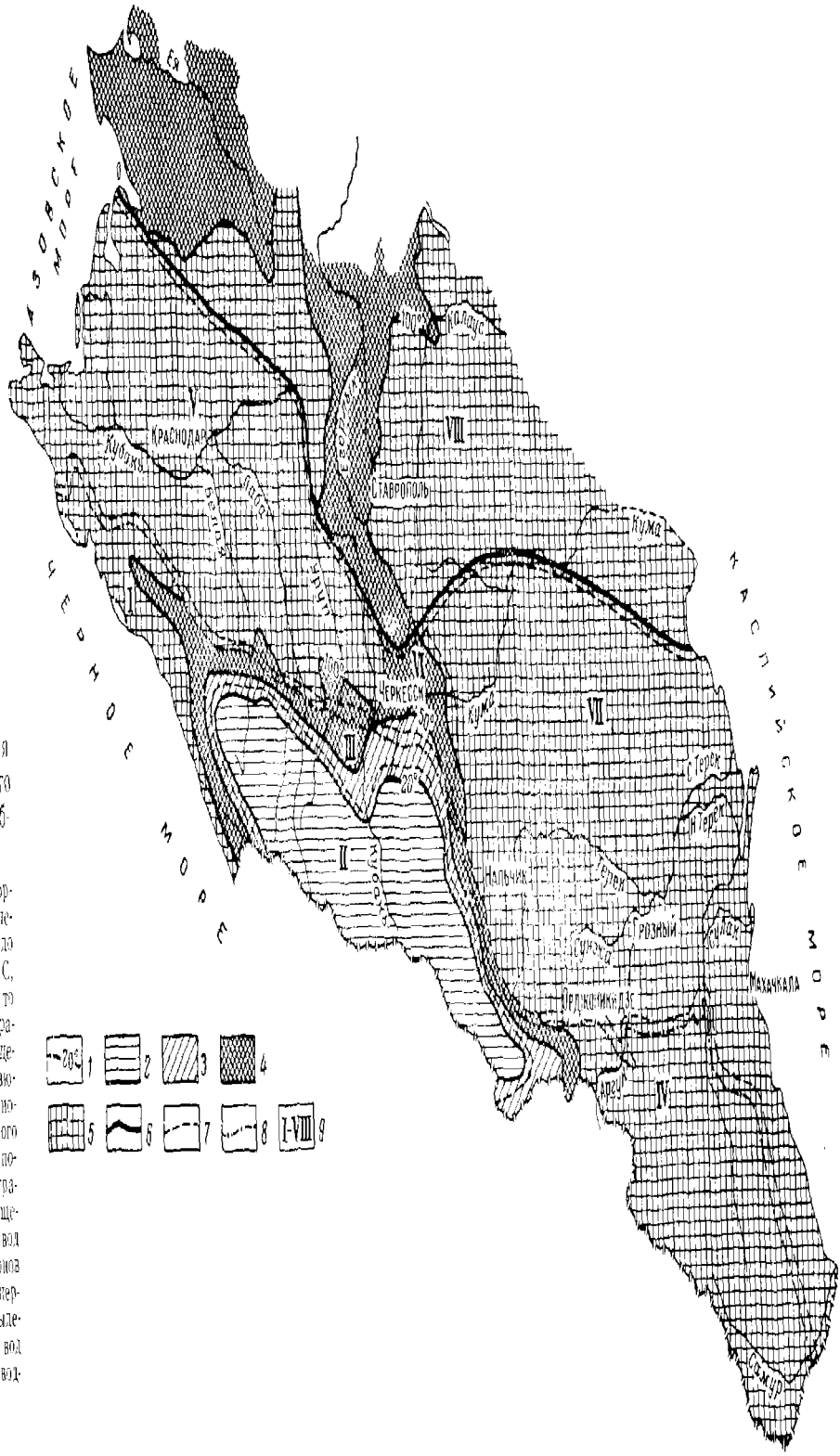


Рис. 30. Схема районирования термальных вод Северного Кавказа (Составил А. И. Хребтов)

1 – изотермы поверхности докембрийских пород; 2 – область с температурой пород мезо-кайнозоя до 20° С; 3 – то же от 20 до 50° С, 4 – то же от 50 до 100° С; 5 – то же более 100° С; 6 – северная граница распространения преимущественно устойчиво самоизливающихся термальных вод мезо-кайнозоя; 7 – граница поверхностного распространения верхнемеловых пород (ориентировочная южная граница распространения преимущественно самоизливающихся вод мезозоя); 8 – границы районов термальных вод по степени перспективности их; 9 – номера выделенных районов термальных вод (характеристика их дана в сводной таблице)

Таблица 46

Районы промышленных вод Северного Кавказа

№№ п/п	Район	Нефтегазоносные площади, входящие в район	Номер скважины	Местонахождение скважины (площадь)	Водоносный горизонт	Максимальные содержания микроэлементов, *мг/л*	
						J	Br
1	Йодоносный	Гора Котенкова, сопка Пекла, Фонталовская, Голубицкая, ст. Вышестеблиевская, Фрунзенская, Славянская, Анастасиевско-Троицкая, Троицкая, Адагумская, Кеслеровская, Кудако-Киевская, Крымская, Северо-Крымская, Украинская, Ново-Украинская, Северо-Ахтырская, г. Новороссийск, Федоровская, Ново-Титаровская, Афипская, Дыш, источники Солеиого яра, курорт Горячий Ключ, Абузы, Кутаисская, Камышановая балка, Кура-Цеце, Асфальтовая гора, Широкая балка, Мирная балка, Кабардинская, Обводная, Хадыженская, Тицино, Нефтянское, Соколова гора, Павлова гора, Южно-Нефтянское, Хопры, Ширванская, Калининская, Тульская, Кужорская, Ярославская, Баракаевская, Севастопольско-Баракаевская	К-29 69 320 915 24 26 210 342 5 730 2 34 23	Голубицкая Анастасиевско-Троицкая То же Троицкая Северо-Крымская Кудако-Киевская Ново-Украииская Станица Кутаисская Крымская Мирная балка То же Баракаевская То же	Понт Мэотис VI Мэотис VIII Сармат Караган Караган+чокрак Майкоп Майкоп Кумский Верхний мел Нижний мел Верхняя юра Средняя юра	61,0 63,2 58,9 70,8 65,2 40,2 21,2 66,0 42,1 45,4 49,7 71,8 70,8	7,3 2,8 36,4 — 2,1 124,5 86,0 39,0 79,9 33,0 38,3 30,1 218,1
2	Йодоносный	Щербиновская, Каневловская, Албашинская, Ново-Минская, Ленинградская, Каневская, Челбасская, Брюховецкая, Сердюковская, Березанская	3 1 5 1	Ново-Минская Каневская То же Челбасская	Эльбурган Верхний мел Нижний мел	58,4 36,7 18,2 25,4	91,6 79,5 66,1 61,8
3	Йодоносный	Расшеватская, Сенгилеевская, С. Ставропольская, Пелагиадинская.	27 7	Северо-Ставропольская Пелагиадинская	Караган+чокрак Чокрак	62,0 —	— —

		Казинская, Трунновская, Безопасненская, Кугультинская, Петровско-Благодарненская, Ипатовская	4	Петровско-Благодарненская	Чокрак	50,0	30,0
			7	То же	Майкоп	52,0	60,0
			7	Расшеватская	Хадум	36,0	70,0
			13	Северо-Ставропольская	То же	56,1	180,2
			1	Пелагиадинская	Хадум	15,6	600
			16	Казинская	Белая	42,1	93,9
			3	Сенгилеевская	Палеоцен	0,4	400,0
			1-оп	Ипатовская	Эльбурган	28,0	40,0
4	Йодоносный	Георгиевская, Заманкул, Ачалуки, Карабулак, Датых, Правобережная, Червленая	1	Червленная	Четвертичный	37,5	—
			13	То же	Меотис	42,5	—
			45	Правобережная	Верхний сармат	72,5	28,0
			8	То же	Чокрак	5,9	34,5
			3	Датых	Майкоп	33,7	114,3
			1	Георгиевская	Хадум	20,0	40,0
			1-оп.	То же	Кумская св	28,0	50,0
			28	Ачалуки	Верхний мел	30,1	132,4
			18	Заманкул	То же	50,8	—
			6	Датых	Нижний мел	30,2	—
			6	То же	Верхняя юра	27,1	—
5	Йодоносный	Александрийская, Крайновка	1-оп.	Крайновка	Сармат	45,7	—
6	Йодоносный	Гаша, Седлы, Избербаш, Хошмензила	62	Избербаш	Чокрак	23,2	84,0
			14	Хошмензила	Хадум	21,8	186,0
			3	Гаша	Фораминиферовые слои	33,1	99,5
			6	То же	Верхний мел	35,1	106,4
			1-Б	Хошмензила	То же	15,0	181,5
			20	То же	Юра	16,4	179,0
7	Бороносный	Грязевые сопки Шумайского, Шуго и Гладковского	26	Восточно-Чекулская	Верхний мел	23,1	0,8
8	Бороносный	Верхне-Чекупская структура, Семигорье, Великая	Гр. 4	Грязевые сопки Шуго	Нижний мел	38,2	99,8
			5	Великая	Кумской — черносская	18,0	79,9
			3	То же	Горячий Ключ	20,7	56,4

№№ п/п	Р а й о н	Нефтеизвлекаемые площади, входящие в район	Номер скважины	Местонахождение скважины (площадь)	Водоносный горизонт	Максимальные содержания микроэлементов, мг/л	
						J	Br
9	Бороюсный	Северо-Нагутская, Отказненская, Чкаловская, Прасковейская, Озек-Суат, Зимняя Ставка, Величаевская, Колодезная, Мирненская, Максимо-кумская, Русский хутор, Южно-Сулокумская	1	Отказненская	Майкоп	11,2	46,0
			26	Прасковейская	Палеоцен	7,7	77,9
			3	Отказненская	Верхний мел+палеоцен	6,0	45,2
			6	Северо-Нагутская	Нижний мел	3,7	12,1
			11	Зимняя Ставка	То же	8,8	246,4
			7	Чкаловская	" "	4,8	200,0
			16	Прасковейская	Средняя юра	5,0	49,2
			77	Озек-Суат	То же	3,6	273,9
10	Бороюсный	Берекей, Дуэлак, Дагоги	1-бис	Дуэлак	Хадум	12,6	159,6
			24	Дагоги	То же	10,4	173,3
			1-Аз	Берекей	Эоцен	10,2	169,5
			18	То же	Верхний мел	13,0	174,6
			14	" "	Нижний мел	16,0	160,0
			53	Дуэлак	Нижний мел	13,5	170,5
			13	То же	Юра	15,6	174,0
			18	Дагоги	Юра	13,4	169,5
11	Боро-йодоносный	Ахтырско-Бугундырская, Холмская, Зыбза, Глубокий Яр, Горка, Кипячая, Карская, Азовская, Восточно-Северская, Шапсугские источники, источники Михайловского перевала, Перевальное	182	Глубокий Яр	Сармат	22,5	35,9
			1	Кипячая	Чокрак	21,0	73,2
			9	Азовская	Майкоп	15,5	86,5
			32	Кипячая	Кумский	23,5	99,8
			640	Зыбза	Абазинская	29,1	90,8
			670	То же	Свита Горячего Ключа	15,7	21,8
			11	Перевальное	Нижний мел	31,7	20,7
12	Боро-йодоносный	Ладожская	1	Ладожская	Эльбурган свита Горячего Ключа	22,3	39,1
13	Боро-йодоносный	Армавирская, Александровская	32	Армавирская	Черкесская	22,8	57,7

Второй район расположен в центральной части Кавказского хребта Гидрогеологические условия его изучены слабо, но, судя по изотермам доюрского фундамента, подземные воды мезо-кайнозойских отложений здесь, вероятно, будут холодными По этой причине район считается бесперспективным на термальные воды

Третий район термальных вод выделяется в южной части моноклинали северного склона Кавказского хребта Гидрогеология района изучена удовлетворительно, но глубоких скважин пробурено здесь недостаточно Температура подземных вод не превышает 100° Поскольку район территориально совпадает с областью питания основных водоносных горизонтов мезо-кайнозойских отложений, здесь нельзя ожидать значительных избыточных пьезометрических напоров Высокие дебиты возможны на участках повышенной трещиноватости горных пород, а минерализация вод в очень редких случаях может быть более 10—20 *г/л* По изложенным соображениям, а также по условиям неблагоприятного рельефа дневной поверхности, район надо считать ограниченно перспективным на термальные воды

Четвертый район термальных вод расположен на территории юго-восточного погружения Кавказского хребта Гидрогеология района изучена относительно слабо Благодаря глубокому залеганию пород доюрского фундамента в мезозойских отложениях могут быть встречены подземные воды от слаботермальных до предельно перегретых Высокие отметки рельефа и совпадение площади распространения мезозойских водоносных горизонтов с областью питания их не позволяют рассчитывать на значительные избыточные пьезометрические напоры подземных вод, являющихся в основном слабосолоноватыми (1—3 *г/л*) Район является ограниченно перспективным на термальные воды

Пятый район термальных вод территориально совпадает с Западно-Кубанской впадиной и Восточно-Кубанским прогибом Гидрогеология мезо-кайнозойских отложений его изучена удовлетворительно до глубины 3000—4000 *м* В районе уже получены воды до слабо перегретых, но с дальнейшим углублением буровых скважин возможны также значительно и предельно перегретые Избыточные пьезометрические напоры термальных вод достигают нескольких десятков атмосфер, а дебиты их не превышают 5000 *м³/сутки* В зависимости от глубины залегания водоносных горизонтов, удаленности от области питания их и коллекторских свойств пород минерализация подземных вод изменяется от долей до 100—300 *г/л* Приведенные данные свидетельствуют о большом народнохозяйственном значении термальных вод района

Шестой район термальных вод выделен на территории Кавминводского выступа и прилегающей восточной части Невинномысской зоны антиклинальных поднятий В гидрогеологическом отношении изучен он удовлетворительно лишь на участке Кавминводского выступа Температура подземных вод мезо-кайнозойских отложений в районе не должна превышать 100°, а избыточные пьезометрические напоры на устьях скважин достигают нескольких десятков атмосфер Наиболее высокий дебит воды (6440 *м³/сутки*) получен из трещиноватых известняков верхнего мела Воды характеризуются в основном сравнительно невысокой общей минерализацией вследствие близости района к области питания водоносного горизонта По термогидродинамическим признакам район является перспективным на термальные воды Однако без специальных детальных исследований не рекомендуется широкое развитие гидротермальных предприятий в связи с наличием

Таблица 17

Сводная таблица районов термальных вод Северного Кавказа

Районы термальных вод		Термодинамические и химические параметры термальных вод								Перспективы использования термальных вод	Возможные виды теплоэнергетического использования
Номер на карте	Местонахождение	температура на устьях скважин, °С		дебит, м³ сутки		избыточные пьезометрические напоры, атм		минерализация, г/л			
		от	до	от	до	от	до	от	до		
I	Северо-западное погружение Кавказского хребта и Черноморское побережье	27	45,5	400	5 600	0,2	4	0,5	26,9	Ограниченные перспективы	Теплицы, теплофикация населения, электроснабжение
II	Центральная часть Кавказского хребта	—	—	—	—	—	—	—	—	Бесперспективный	Нет
III	Южная часть моноклинали северного склона Кавказа	—	20	32	30 000	1	10	0,8	54	Ограниченные перспективы	Теплицы, теплофикация населения
IV	Юго-восточное погружение Кавказского хребта	36,5	54	12,1	2 333	0	14,7	1	8,8	Ограниченные перспективы	Теплицы, теплофикация населения, электроснабжение
V	Азово-Кубанская впадина и Восточно-Кубанский прогиб	22,5	99	105	5 400	0,1	120	0,7	414,5	Высокоперспективный	Теплицы, теплофикация населения, электроснабжение
VI	Кавминводский выступ и прилегающая часть Невинномысской антиклинальной зоны	34	61,5	106	6 440	14	48	0,7	20,1	Перспективный	Теплицы, теплофикация населения
VII	Терско-Кумская впадина и Передовые хребты Восточного Предкавказья и Дагестана	28	117	170	70 000	1,6	151	0,8	105	Высокоперспективный	Теплицы, теплофикация населения, электроснабжение
VIII	Северная часть Предкавказья	39,5	75	9,6	420	0,3	20	19,9	112,3	Ограниченные перспективы	Теплицы, теплофикация населения, электроснабжение

в Кавминводской группе ценных лечебных вод, на базе которых функционируют курорты союзного значения.

Седьмой район термальных вод расположен в пределах Терско-Кумской впадины и Передовых хребтов Восточного Предкавказья и Южного Дагестана. Гидрогеологические условия района в достаточной степени изучены лишь на разбуренных нефтеносных площадях. В процессе опробования их здесь получены подземные воды до слабо перегретых включительно. С углублением скважин возможно получение значительно и предельно перегретых вод. Избыточные пьезометрические напоры на устьях скважин достигают нескольких десятков атмосфер, а в замкнутых трещиноватых карбонатных коллекторах верхнего мела Терского и Сунженского хребтов даже более 100 *атм* Максимальные фактические дебиты скважин при самоизливе термальных вод из терригенных отложений не превышают 4000 *м*^{3}/*сутки*, а из трещиноватых карбонатных пород достигают 40 000 и 70 000 *м*^{3}/*сутки*. Минерализация вод района от нескольких граммов на литр до слабых рассолов (50—100 *г/л*), но в редких случаях встречаются и крепкие рассолы. Этот район, подобно пятому, обладает большими запасами термальных высоконапорных и высокодебитных вод, а потому является высокоперспективным для строительства широкой сети гидротермальных предприятий разнообразного назначения.

Восьмой район термальных вод выделен в северной части Предкавказья. За исключением отдельных площадей, в гидрогеологическом отношении он изучен недостаточно. По имеющимся фактическим и прогнозным сведениям, здесь имеются воды от слаботермальных до слабо перегретых и на небольших участках значительно перегретых. Устойчивый самоизлив подземных вод высокого термоэнергетического потенциала в районе пока не наблюдается. Относительно низкие первоначальные избыточные пьезометрические напоры вод быстро снижаются в процессе эксплуатации скважин за счет расхода энергии упругих сил пластов. Суточные дебиты не превышают нескольких сотен кубометров воды, минерализация которой достигает 50 *г/л* и более По изложенным причинам район считается ограниченно перспективным на термальные воды. В нем имеется лишь одна водолечебница в пос. Затеречном. При проектировании гидротермальных предприятий необходимо ориентироваться на механизированную добычу термальных вод, которые могут оказаться также лечебными и промышленными (табл. 47).

Термальные воды Северного Кавказа в большинстве своем обладают агрессивными свойствами и способностью к осадкообразованию при использовании их в гидротермальных установках. Все это требует применения антикоррозионных материалов, теплообменников, ингибиторов, а также химической очистки их перед использованием.

Глава V

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ И ЛЕЧЕБНЫЕ ГРЯЗИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Минеральные воды северного склона Большого Кавказа. Кавказ является одним из немногих мест земного шара, где на сравнительно небольшом пространстве сосредоточено огромное количество минеральных источников различного физико-химического состава, имеющих важное бальнеологическое, а иногда и промышленное значение.

В пространственном распределении их вырисовывается определенная зональность, обусловленная прежде всего особенностями геологического строения этого молодого горноскладчатого сооружения, формирование которого продолжается и в наши дни. В зависимости от специфики геолого-структурных и общих гидрогеологических условий отдельных районов Северного Кавказа находится разнообразие типов минеральных вод.

Отдельные авторы придерживаются различных принципов и методов при гидрогеологическом районировании. Этому вопросу посвящена обширная литература. Составление первой оригинальной карты минеральных источников СССР с гидрогеологическим районированием, не утратившей своего научного и практического значения до настоящего времени, осуществили А. И. Дзенс-Литовский и Н. И. Толстихин (1946).

Чрезвычайно много сделано в изучении месторождений минеральных вод Союза вообще и Кавказа в особенности А. М. Овчинниковым (1939—1963), установившим закономерности зонального их распределения.

Большой вклад в изучение гидрогеологии и геотермики Кавказа внесен Ф. А. Макаренко (1948—1961).

В 1962 г. вышла в свет монография М. И. Врублевского «Минеральные воды Центрального Кавказа как одно из проявлений его геологического развития», в которой приведена схема гидрогеологического районирования рассматриваемой территории, в значительной степени совпадающая с нашей.

При гидрогеологическом районировании горноскладчатых областей следует отдать предпочтение геолого-структурному принципу, поскольку при формировании подземных вод и в первую очередь минеральных (лечебных) разностей их главнейшая роль, несомненно, принадлежит таким факторам, как тектоника района, литологический состав пород, интенсивность и характер проявлений поствулканических процессов, особенности геоморфологии местности. Совокупность этих факторов в различных сочетаниях и дает все многообразие существующих типов минеральных вод.

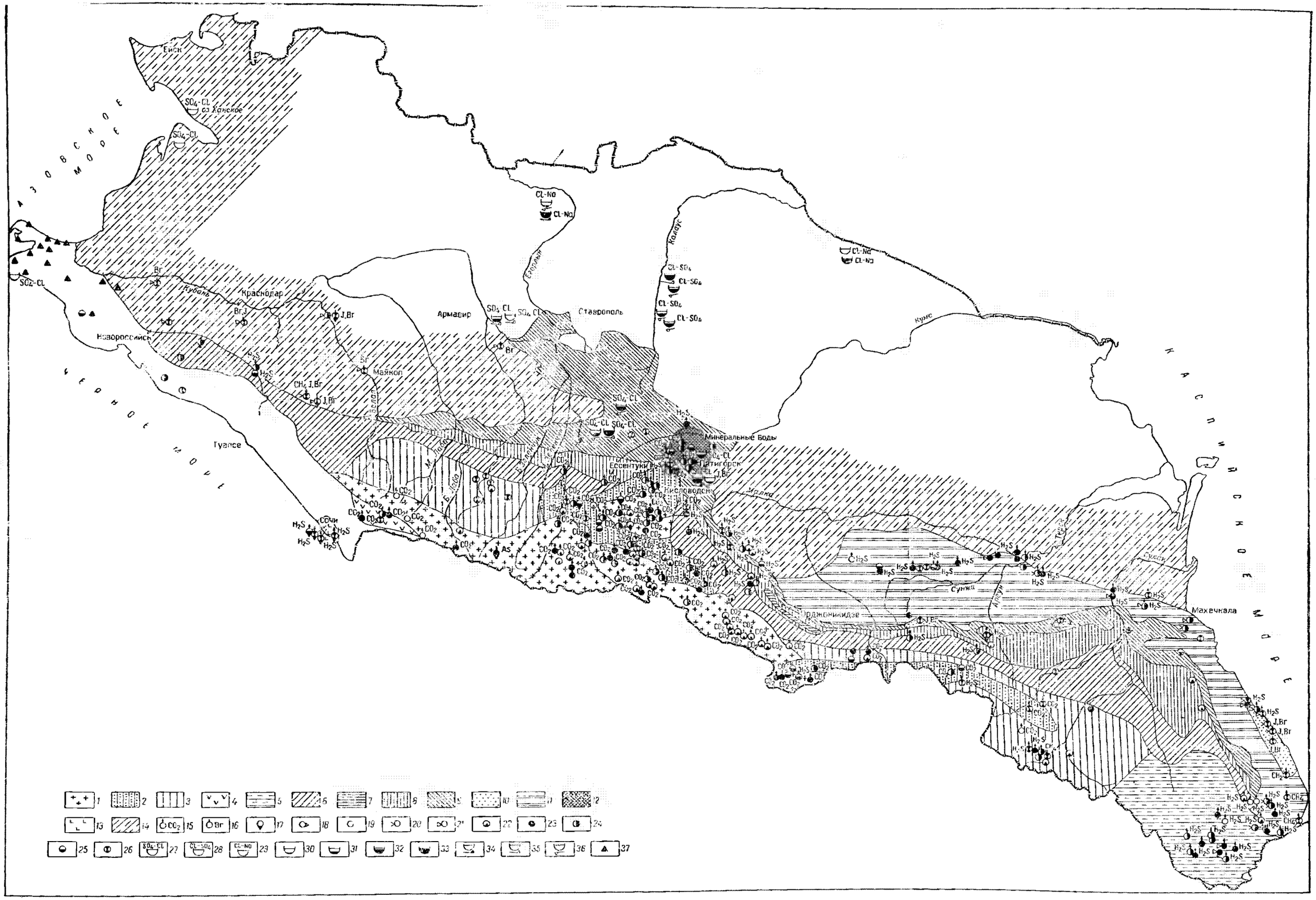


Рис. 31. Карта минеральных источников и лечебных грязей Северного Кавказа с гидрогеологическим районированием (Составил Н. А. Григорьев)

Минеральные воды. Гидрогеохимические районы: *1* — углекислых гидрокарбонатно-щелочноземельных вод кристаллических сланцев и гранитов верхнего докембрия — нижнего палеозоя; *2* — углекислых соляно-щелочных вод палеозоя; *3* — хлоридно-натриевых («соленых») вод палеозоя и лейаса; *4* — Краснополянский район углекислых вод сложного химического состава южного склона Большого Кавказа области развития юрских и меловых отложений; *5* — щелочных терм юрских отложений Южного Дагестана; *6* — сульфатно-кальциевых (гипсовых) сероводородных вод нижнемеловых и верхнеюрских отложений; *7* — хлоридно-натриевых вод альба Северной Осетии; *8* — сероводородных вод верхнемеловых антиклиналей; *9* — соленых и горько-соленых грунтовых вод палеогена; *10* — сильно минерализованных термальных хлоридно-натриевых йодо-бромных вод палеогена и мела; *11* — щелочных сероводородных терм миоцена; *12* — кавказских минеральных вод сложного химического состава; *13* — Мацеста-Хостинское (Сочинское) месторождение минеральных вод; *14* — метановых хлоридно-натриевых терм глубоко залегающих водоносных горизонтов мезо-кайнозойского чехла Скифской эпигерцинской платформы Предкавказья и альпийских передовых прогибов.

Физико-химические особенности источников: *15* — газирует (CO_2, H_2S, NH_4, N_2); *16* — характерно повышенное содержание J, Br, As; *17* — содержание Ra $1 \cdot 10^{-11}$ *г/л*; и более; *18* — содержание Rn больше 10 ед. Махе; *19* — температура источника ниже 20° С; *20* — температура источника выше 20° С; *21* — температура источника выше 40° С.

Минерализация (г/л): *22* — до 1; *23* — от 1 до 2; *24* — от 2 до 6; *25* — от 6 до 10; *26* — больше 10.

Минеральные (лечебные) грязи. Месторождения лечебных грязей: *27* — приуроченные к минеральным озерам сульфатно-хлоридного состава; *28* — хлоридно-сульфатного состава; *29* — то же хлоридно-натриевого состава; *30* — с запасами менее 100 тыс. *т*; *31* — с запасами от 100 до 500 тыс. *т*; *32* — с запасами от 500 до 1000 тыс. *т*; *33* — с запасами от 1000 до 2000 тыс. *т*; *34* — эксплуатирующиеся; *35* — являющиеся по физико-химическим особенностям и запасам первоочередными объектами для бальнеологического использования; *36* — минеральные озера, имеющие бальнеологическое и промышленное значение; *37* — грязевые вулканы.

На основе анализа геолого-структурных условий рассматриваемой территории нами выделяется ряд гидрогеохимических районов В пределах этих районов имеют региональное распространение определенные типы минеральных вод с общими условиями их формирования При этом следует иметь в виду, что само геологическое строение региона на глубине всегда представляет собой сложную, далеко не решенную проблему, вследствие чего наши представления о процессах, происходящих на больших глубинах, всегда будут в значительной степени гипотетичны Поэтому наше утверждение, что тот или иной процесс, происходящий на глубине, имеет данное направление, надо понимать в том смысле, что такое направление представляется наиболее вероятным

Заметим также, что отдельные районы не всегда совпадают с границами соответствующих им стратиграфических зон, показанных на геологической карте Это обстоятельство является закономерным и объясняется тем, что геологическая карта показывает только строение поверхности Для познания же условий формирования подземных вод большое значение имеет изучение условий циркуляции их на некоторой глубине Поэтому при наличии на одной и той же территории выходов различных типов вод, связанных с различными геологическими формациями, мы отдаем предпочтение водам более глубоких горизонтов

Район углекислых гидрокарбонатно-щелочноземельных вод, сланцев и гранитов верхнего докембрия — нижнего палеозоя. Этот район распространен в осевой части Главного Кавказского хребта от р М Лабы на западе до верховьев р Ассы и Пшавской Арагвы на востоке Кроме того, имеется еще отдельное поле вод той же провинции в треугольном пространстве между верховьями рек Мары и Подкумка на западе, г Кисловодском на севере и реками Ингушли и Тызыл на юго-востоке, в пределах распространения палеозойских красных (северных) гранитов Малкинского массива (рис 31) На южном склоне Большого Кавказа нами выделяется Краснополянский район, где также имеются проявления углекислых вод

Развитые в пределах рассматриваемого района породы представлены *гранитами, гранодиоритами и кристаллическими сланцами* различного петрографического состава Этот комплекс древних образований прорван в различных местах позднейшими интрузиями кислых и основных пород различного возраста — от древних до очень молодых

В связи с внедрением мощных молодых интрузий в пределах рассматриваемого гидрогеохимического района наблюдаются региональные проявления поствулканической деятельности, выражающиеся прежде всего в выделении газов, главным образом углекислоты, а также в термальных проявлениях Особенно сильно развиты выходы газа и газированных источников у подножия молодых вулканических очагов — Эльбруса и Казбека Приурочены они к продольным (субширотным) и поперечным (субмеридиональным) разрывным нарушениям глубокого заложения

Указания о существовании поперечных структур на Северном Кавказе мы находим в трудах А П Герасимова (1922), В П Ренгартена (1926), М В Муратова (1948), В Е Хаина (1949), И Г Кузнецова (1951), Г Д Афанасьева (1954—1958), Ю П Масуренкова (1957—1961)

С поперечными структурами связывается локализация магматических очагов и эндогенных месторождений (полиметаллических и редкометальных)

Рассматриваемый район в орографическом отношении является высокогорным Здесь выпадает большое количество атмосферных осад-

ков, которые по трещинам различного происхождения проникают в породы и постепенно концентрируются в наиболее крупных из них, идущих на глубину. По тектоническим трещинам с глубины поднимаются струи углекислого газа, генетически связанного с поствулканическими процессами. Вода, насыщенная углекислотой, реагирует с вмещающими кристаллическими породами, извлекая из них главным образом щелочные, щелочноземельные металлы и железо, которые переходят в раствор в виде гидрокарбонатных соединений. Эти углекислые гидрокарбонатно-кальциево-магниевые воды, характеризующиеся иногда несколько повышенным содержанием иона натрия и известные в литературе под названием «нарзанов», разгружаются по тем же трещинам в местах наиболее пониженного рельефа. Заметим, что, как показывает детальное изучение источников этой провинции, выходы их обычно непосредственно связаны не с главными разломами, а с сопровождающими их второстепенными разрывными нарушениями. Последние чаще имеют ориентировку, близкую к перпендикулярной по отношению к основным разрывным структурам глубокого заложения, выполненным обычно брекчией трения и поэтому имеющим слабую водоносность.

Почти на всем пути движение этих вод носит нисходящий характер и только на небольшом отрезке, вблизи зон естественной разгрузки, они иногда увлекаются кверху восходящими струями газа.

Как показывает структурный анализ рассматриваемого района в целом и локализующихся в пределах ее отдельных месторождений углекислых вод, глубина циркуляции их не превышает 500 *м*, вследствие чего источники этого типа отличаются низкой (5—12° С) температурой. Иногда встречаются источники с температурой всего 3,5° С. Разумеется, возможны случаи, когда по крупным трещинам вода увлекается на большие глубины под окружающие Центральный кристаллический массив осадочные толщи. В этом случае они могут иметь повышенную температуру и иной химический состав, обусловленный особенностями литологии осадочных образований.

Если в процессе циркуляции воды на определенном участке контактируют с различного рода оруденениями, часто приуроченными к тем же разломам, то они обогащаются микроэлементами. Наибольший интерес представляют случаи, когда углекислые воды часть своего пути проходят по зонам, в пределах которых широко развита мышьяковая минерализация (реальгар, аурипигмент, арсенопирит). В подобных гидрогеохимических условиях мышьяк переходит в раствор в форме преимущественно гидроарсенатного иона. При этом вода не приобретает резко сульфатный характер, как это наблюдается при разложении тех же сернистых соединений мышьяка на поверхности в условиях интенсивной окислительной обстановки, когда образуются сильно сульфатные кислые воды. Как известно, мышьяк представляет особую терапевтическую ценность в минеральных водах, а кавказские «мышьяковистые нарзаны» являются весьма ценными лечебными водами. Содержание в них мышьяка достигает 2—5 *мг/л*, а на южном склоне Кавказа (район оз. Рица) до 12 *мг/л*.

Общая минерализация вод данного района не превышает 5 *г/л*. При этом весовое количество растворенного газа, практически состоящего из одной углекислоты, часто превышает содержание суммы твердых составных частей. Таким образом, углекислый газ является здесь главной из минеральных составных частей (воды носят резко гидрокарбонатный характер).

Второе место среди анионов занимает хлор, который, по-видимому, связан с выщелачиванием пород осадочного происхождения или же

с эффузивами. Сульфаты в рассматриваемых водах содержатся в незначительных количествах. Генетически они связаны с окислением рассеянных в породах сульфидов (главным образом пирита). Повышенное и даже высокое содержание сульфатов в рассматриваемых водах наблюдается в тех случаях, когда в процессе циркуляции часть своего пути они проходят по гипсоносным отложениям, в частности валанжина — титона. В этом случае обогащение их сульфатами происходит за счет выщелачивания гипсов.

Содержание двухвалентного железа в описываемых водах обычно составляет 10—15 *мг/л*, но может достигать и 50 *мг/л*.

Радиоактивные источники как на рассматриваемой территории, так и за пределами ее обычно не имеют широкого распространения. Для них характерно локальное развитие, обусловленное совокупностью природных естественноисторических условий.

К настоящему времени с помощью современных методов физико-химического анализа количественно в природных водах установлены U, Ra, ThX, MsThI, RaTh и некоторые элементы актиниевого ряда. Терапевтический эффект радиоактивных минеральных вод обычно связывается с повышенным содержанием в них Ra и Rn (значение в этом отношении остальных радиоэлементов не изучено).

Концентрация радиоактивных элементов в подземных водах зависит прежде всего от абсолютного содержания и формы нахождения их в горных породах. Кроме того, в значительной степени она обусловлена особенностями вещественного состава и физических свойств водовмещающих пород, а также геохимической обстановкой.

За редкими исключениями породы, принимающие участие в геологическом строении рассматриваемого района, имеют кларковое содержание радиоэлементов и рассеянное их состояние.

Радий, получающийся в результате самопроизвольного распада иония, не образует собственных минералов. Вместе с тем известна группа неурановых минералов, обладающих повышенной радиоактивностью, обусловленной присутствием в них небольших (менее $1 \cdot 10^{-7}$ *г/г*) количеств радия. К числу таковых относятся радиокальцит, радиофлюорит, радиобарит, церуссит, пироморфит, вульфенит.

Концентрация радия на стенках трещин водовыводящих путей, а также в осадках химического происхождения (например, в травертинах) обусловлена главным образом сорбционными процессами и, как правило, имеет локальный характер. Как показал химический анализ отобранных нами проб, содержание его в осадках химического происхождения в отдельных случаях достигает $n \cdot 10^{-10}$ *г/г*, что в 100 раз превышает кларковое. Самые высокие содержания в воде радия (десятая и одиннадцатая степени) отмечаются в зонах развития гидротермальных образований, для которых характерна повышенная концентрация не только вторичных, но и первичных радиоактивных минералов.

Для перехода радия из твердой фазы в жидкую наиболее благоприятен щелочный и щелочноземельный характер вод при повышенной общей минерализации их. Воды такого состава интенсивно выщелачивают радий и уменьшают его адсорбцию на стенках трещин. Установлено, что чем ближе радиус иона к радиусу радия, тем интенсивнее происходит выщелачивание последнего из пород. Именно химическим родством Ca и Ra обусловлена в ряде случаев высокая радиеносность травертинов. В известной степени концентрации радия способствуют процессы химического выветривания рассматриваемых вулканогенных образований и кристаллических сланцев, в результате которых сили-

каты, алюмосиликаты и сульфиды переходят в простые соли (хлориды, сульфаты, карбонаты)

В пределах распространения древних изверженных и метаморфических пород данного района радиеносные воды в большинстве случаев приурочены к зонам дизъюнктивных нарушений глубокого заложения Таковы, например, минеральные источники Битюк-Тюбе и некоторые другие Лишь в зонах *концентрации* радиоактивных элементов (гидротермального или другого происхождения) подземные воды могут обладать повышенным и высоким содержанием радия в условиях окислительной обстановки, образуя ореолы радиоактивных вод Вне таких зон при кларковом содержании в породах радия и в условиях интенсивного водообмена как в минеральных, так и в пресных водах фиксируются лишь фоновые концентрации его

Образование радона, как известно, связано с самопроизвольным распадом радия Содержание его в минеральных и пресных источниках этого района, а также в водах буровых скважин обычно не превышает 1—5 ед Махе и лишь в некоторых случаях оно измеряется десятками и сотнями ед Махе Наибольшим содержанием радона обладают водопроявления, приуроченные 1) к зонам гидротермально измененных пород с повышенной концентрацией радиоактивных элементов, 2) к участкам распространения пегматитовых жил, также часто характеризующихся аномальным содержанием радиоактивных, в том числе и первичных минералов, 3) к образованиям с широким развитием упомянутых выше акцессорных минералов, 4) к площадям, в пределах которых имеют место так называемые эманирующие коллекторы, генетически связанные с вторичной концентрацией в породах радия, обусловленной сорбцией коллоидами, 5) к локальным участкам интенсивного выветривания кислых вулканогенных пород

Как видно из сказанного, обогащение минеральных и пресных вод радоном прежде всего зависит от абсолютного содержания в породах радия Однако в значительной степени концентрация его в подземных водах обусловлена также эманирующей способностью вмещающих их горных пород Как показал радиохимический анализ многочисленных отобранных нами проб, коэффициенты эманирования неизмененных гранитов, древних кристаллических и метаморфических сланцев Северного Кавказа не превышают 10—15% Лишь в зонах тектонического дробления пород и особенно в условиях широкого развития в них гидротермальных процессов, коэффициенты эманирования пород достигают 40—75% Естественно, что циркулирующие в пределах этих зон подземные воды характеризуются резко повышенным содержанием радона (от десятков до сотен ед Махе)

Значительной (до 35—40%) эманирующей способностью обладают пегматиты, особенно разности их, подвергшиеся интенсивным процессам выветривания Это обстоятельство, а также повышенное содержание в них радия способствует обогащению вод радоном То же следует сказать о водах, имеющих соприкосновение с эманирующими коллекторами, концентрация радона в которых может достигать сотен ед Махе

Как показали наши замеры на месте выхода источников, величины pH для рассматриваемых вод колеблются от 5,6 до 6,5, при среднем значении 6,1—6,2 Резкие отклонения значений pH от указанных наблюдаются лишь в водах, циркулирующих в зонах широкого проявления сульфидной минерализации, генетически связанной с гидротермальными процессами

Для этих вод pH колеблется в пределах 1,75—2,5, причем воды носят резко сульфатный характер. По ионному составу они являются железистыми сульфатно-кальциевыми или водородными сульфатно-кальциевыми. Гидрокарбонаты в них отсутствуют или почти отсутствуют, а содержание сульфатов достигает 100%-экв. В формировании их важнейшая роль принадлежит окислению сульфидов, идущему по схеме: $FeS_2+7O_2+2H_2O=2FeSO_4+2H_2SO_4$.

В ходе реакции дальнейший процесс окисления, начавшийся вследствие наличия в воде свободного кислорода, усиливается образующимися $FeSO_4$ и H_2SO_4. При этом серная кислота переводит малорастворимые сульфиды в более растворимые сульфаты. Концентрация в водах тяжелых металлов достигает высоких значений (меди до 250 *мг/л*, цинка до 1 *г/л*). Общая минерализация их колеблется от нескольких до 22 *г/л*.

Таковы особенности химического состава некоторых углекислых источников, выходящих в верховьях р. Тохана.

Значения окислительно-восстановительного потенциала для вод рассматриваемой гидрогеохимической провинции, как правило, положительные и обычно лежат в пределах от +170 до +310 *мв*. Это свидетельствует о том, что циркулируют они в верхней части зоны окисления.

Помимо типичных углекислых гидрокарбонатно-щелочноземельных вод, в данном районе встречаются также источники переходного типа к водам смежного гидрогеохимического района (углекислому соляно-щелочному). Эти источники, являясь такими же углекислыми и гидрокарбонатными, отличаются несколько большей общей минерализацией (3—5 *г/л*) за счет повышенного содержания в них ионов хлора и натрия. Вследствие этого соотношение отдельных компонентов в них уже несколько иное: содержание хлора возрастает до 25—40%-экв, а щелочи начинают уже преобладать над щелочными землями. Воды этого типа встречаются в полосе распространения лав Эльбруса и в «Долине нарзанов», где они выходят из метаморфических сланцев палеозоя.

Наконец, воды Краснополянского района и вышеупомянутого гидрохимического поля южнее Кисловодска также лишь до некоторой степени можно отнести к описываемому району, как насыщенные углекислотой и имеющие сравнительно небольшую общую минерализацию. Дело в том, что по химическому составу они резко отличаются от минеральных источников всех других районов, а с водами данного района связаны рядом постепенных переходов. Особенности их солевого состава обусловлены тем, что формирование его происходит главным образом не в кристаллических породах, а в осадочных образованиях мезозоя.

Выходы углекислой воды чаще приурочены к заполненным моренным материалом широким ледниковым долинам. При этом, если выход минеральной воды или газа находится у края ложа долины, то он сравнительно легко пробивает рыхлые наносы. Напротив, если углекислая вода локализуется в осевой части трога, то она вместе со стекающими подморенными водами образует грунтовой поток, который дренируется обычно гипсометрически ниже.

При выходе источников на поверхность, вследствие изменения парциальной упругости газов, из воды выпадает в осадок гидрат окиси железа, обладающий цементирующими свойствами. Поэтому поток минеральной воды часто бывает изолирован от поверхности водо- и газонепроницаемой коркой из гидрата окиси железа. При искусственном взламывании этой «защитной» корки растворенный газ переходит

в спонтанный, выходы которого в этом случае наблюдаются на некоторой площади вокруг источника. В результате этого минеральная вода в значительной степени дегазируется, поэтому при каптажных работах следует избегать выработок с большим сечением.

На площади распространения рассматриваемого гидрогеохимического района выходят следующие минеральные источники: Лаштракский (в долине р. Пхии), Верхний Маринский, Джемагатский, Сентинский, Дженгерикский, Даутский, Махарский, «Магомет Нарзан», Кичи-Кольский, Кубанский, Карт-Джуртский, Кулаях-Кол, Джилы-Су, Хурзукские (большая группа), Уллу-Камские, «Измаил-Нарзан», Боркулдаук-Нарзан, «Терскол», Баксан-Баши-Уллу-Гара, Адыл-Су (большая группа), в долине р. Ирик (группа), «Долина Нарзанов», в долине р. Гора-Ауз, Тютюн-Су, Медиан-Су, Штулу, в бассейне р. Уруха, Згил-Суар, Калак-Суар, Лисри, Тибский, Хасити-Суар, Закка-Донский (Нарский) в верховьях р. Терека и некоторые другие более мелкие. Суммарный дебит их составляет порядка 11,6 млн. *л/сутки*.

К числу *первоочередных объектов* для практического использования следует отнести Махарский Нарзан, источники в долине р. Адыл-Су, Баксан-Баши-Уллу-Гара.

Махарский Нарзан находится на правом берегу реки одноименного названия в 1,5 *км* выше слияния ее с р. Гандарой, на высоте 1750 *м*.

Источники выходят на протяжении 6 *м* тремя грифонами (не считая мелких выходов) из аллювия (коренные породы — кристаллические сланцы и граниты), с общим дебитом 80—100 тыс. *л/сутки*, при температуре воды 4,2—7,3° С. Между углекислыми источниками выходит пресный источник с огромным дебитом. Минеральные источники сильно газируют. При этом дебит спонтанного газа, представленного на 99—100% углекислотой, превышает расход воды. Содержание в последней растворенной углекислоты, определенное на месте, оказалось равным в верхнем источнике 2 *г/л*, в среднем 2,2 *г/л* и в нижнем 2,1 *г/л*. Концентрация в воде двухвалентного железа, также определенная на месте, оказалась равной 14—21,9 *мг/л*. Химический состав ее приводится в табл. 48.

Проведенное нами радиологическое изучение показало, что содержание радия в среднем источнике несколько повышенное (около одиннадцатой степени), радона — 3—5,7 ед. Махе. Концентрация радона в спонтанном газе измеряется 7—12 ед. Махе.

На Махаре существуют все условия для развития крупного климатического и бальнеологического курорта. Широкая, солнечная, защищенная от ветров долина р. Учкулана находится всего в полукилометре от источников. Обширная надпойменная терраса этой реки может быть использована для строительства курортного города. Проблема водоснабжения будущего курорта может быть успешно решена за счет вод поверхностного стока, обладающих высоким качеством и безупречных в санитарном отношении.

Инженерно-геологические условия для строительства бальнеологических учреждений и жилых помещений благоприятны.

Непосредственно у источников целесообразно организовать розлив минеральной воды для лечебно-питьевых целей.

Углекислые источники в долине р. Адыл-Су (правый приток р. Баксан) имеют, несомненно, важное бальнеологическое значение. Здесь на расстоянии 6 *км* от устья реки выходят 26 минеральных источников с общим дебитом 1,5—2 млн. *л/сутки*. Все они приурочены к разлому северо-восточного простирания и весьма близки по химиче-

скому составу, несколько отличаясь лишь друг от друга по минерализации. Указанное обстоятельство обусловлено различной степенью разбавления их пресными водами аллювиальных отложений, что видно из табл. 49.

Содержание свободной углекислоты, определенное на месте, достигает 2 *г/л*, а двухвалентного железа — до 34 *мг/л*. Концентрация радия во всех исследованных нами источниках не превышает двенадцатой степени, а радона 5—7 ед. Махе. Содержание радона в спонтанных газах выражается примерно таким же порядком цифр.

Долина р. Адыл-Су исключительно живописна с ее хвойными и лиственными лесами, альпийскими лугами и сползающими в них глетчерами. Здесь более продолжительное солнечное сияние, чем в долине р. Баксан. При этом жарких дней, с изнуряющим зноем, которые довольно часты даже на курортах Кавмингруппы, в долине Адыл-Су не бывает.

Водоснабжение будущего курорта не вызывает затруднений. В районе существует немало пресных источников с большим дебитом. Воды рек характеризуются также вполне удовлетворительным качеством.

Источники Баксан-Баши-Уллу-Гара расположены также в живописной местности недалеко от подножия Эльбруса на правом берегу р. Баксан, в 8 *км* выше устья р. Адыл-Су. Они выходят на поляне площадью около 2 *га*, окруженной сосновым лесом, на абсолютной высоте 1950 *м*.

Согласно исследованиям С. П. Соловьева (1939), в геологическом строении района принимают участие докембрийские кристаллические сланцы различного петрографического состава, гранитоиды, мигматиты, дацитовые и андезитовые лавы. Четвертичные образования представлены ледниковыми отложениями вюрмского возраста. Минеральные источники приурочены к разрывным нарушениям северо-восточного простирания, проходящим по правому склону долины р. Баксан. Они выходят непосредственно из аллювиальных отложений четвертой террасы этой реки. До начала разведочных работ здесь насчитывалось до 11 источников (не считая мелких грифонов). В 1936 г. Пятигорским бальнеологическим институтом на месторождении был пройден ряд неглубоких шурфов, а затем пробурены разведочные скважины 1 и 2. Эти скважины прошли четвертичные отложения и на глубине 60—65 *м* врезались в древние кристаллические сланцы, из которых была выведена углекислая вода.

Впоследствии скв. 2 была расширена, закреплена обсадными трубами и предназначена для эксплуатации.

До начала разведочных работ суммарный дебит всех источников не превышал 250 тыс. *л/сутки*. После же проведения упомянутых скважин некоторые естественные источники иссякли, но зато скв. 1 было выведено 220 тыс. *л/сутки*, а скв. 2 до 1 млн. *л/сутки*, при температуре воды 12,6° С. В случае необходимости этот дебит можно еще увеличить.

Химический состав вод скважин 1 и 2 приведен в табл. 48.

Содержание в воде свободной углекислоты, определенное на месте, колеблется от 1,5 *г/л* (некоторые естественные источники) до 2 *г/л* (скв. 2).

Радиологическое изучение источников показало, что содержание в них радиоэлементов не превышает кларковых значений.

Водоснабжение будущего курорта может быть осуществлено за счет грунтовых вод четвертичных отложений и поверхностного стока.

Таблица 48

Химический состав источников (Махарский, Адыл-Су, Баксан-Баши)

Источник	Сумма твердых составных частей, *г/л*	Сухой остаток, *г/л*	Содержание ионов (числитель—в *г/л*; знаменатель—в %-экв)																Время опробования, автор	Аналитик
			H_2SiO_3	HBO_2	K	Na·	Mg	Ca·	Cr··	Fe··	Mn··	Al···	Cl'	Br'	J'	F'	SO_4''	HCO_3'		
Махарский	1,7968	1,280	0,0601			0,1350 / 25,08	0,424 / 14,85	0,2573 / 54,87		0,0304 / 4,61		0,0036 / 1,7	0,1323 / 15,94				0,0032 / 0,30	1,1956 / 83,76	7/VIII 1939 г., Н. А. Григорьев	З. Н. Андреева
То же	1,8811	1,2820	0,0494	0,0236	0,0070 / 0,73	0,1713 / 30,35	0,0432 / 14,49	0,2512 / 51,07	0,0031 / 0,29	0,0200 / 2,91	0,0007 / 0,09	0,0002 / 0,07	0,1411 / 16,22	0,0010 / 0,05		0,0044	0,0058 / 0,94	1,2322 / 82,30	16/VI 1960 г., И. Я. Пантелеев	Н. И. Королева
Адыл-Су 2	0,4116	—				0,0489 / 38,14	0,0081 / 11,95	0,0479 / 42,86		0,0110 / 7,05			0,0567 / 28,69				0,0113 / 4,97	0,2257 / 66,34	29/VI 1959 г., И. Я. Пантелеев	Н. И. Королева
Адыл-Су 14	0,2882	0,1570				0,0110 / 14,26	0,0085 / 20,86	0,0436 / 64,88					0,0387 / 32,51				0,0072 / 4,47	0,1292 / 63,02	3/VII 1936 г., Н. А. Григорьев	З. Н. Андреева
Адыл-Су 24	0,9400	0,7640				0,1086 / 36,11	0,0267 / 16,76	0,1286 / 47,13					0,1580 / 34,05				0,0251 / 3,98	0,4942 / 61,97	15/IX 1939 г., Н. А. Григорьев	З. Н. Андреева
Баксан-Баши (скв 1)	1,9605	1,4370	0,0491			0,3326 / 56,69	0,0383 / 12,50	0,1373 / 26,90	0,0020 / 0,18	0,0265 / 3,73			0,2418 / 26,74	0,0008 / 0,04	0,0001	0,0006	0,0247 / 2,01	1,1067 / 71,09	13/VII 1959 г., И. Я. Пантелеев	Н. И. Королева
Баксан-Баши (скв. 2)	2,1502					0,3494 / 53,76	0,1596 / 28,19	0,057 / 16,58		0,0251 / 1,46			0,2234 / 22,29				0,0075 / 0,56	1,3302 / 77,15	18/VII 1959 г., И. Я. Пантелеев	Н. И. Королева

В 1962—1963 гг. Северо-Кавказским геологическим управлением было пробурено 8 поисково-разведочных скважин глубиной 60—120 *м* в долине р. Горалы-Кол, в 12 *км* от курорта «Теберда», на участке выхода нижней группы Джемагатских нарзанов. Здесь еще в 1936 г. Пятигорским бальнеологическим институтом была пробурена первая разведочная скважина, вскрывшая минеральную воду с весьма высоким содержанием свободной углекислоты (2,4 *г/л*) и двухвалентного железа (37 *мг/л*). Скважины прошли четвертичные образования и врезались в серые граниты. Углекислую воду вскрыли лишь три буровых, суммарный дебит которых составляет 86 тыс. *л/сутки*. Содержание свободной углекислоты колеблется от сотен миллиграммов на литр до 1,7 *г/л*. Формула Курлова для воды скв. 7 имеет следующий вид:

$$M_{0,2}\frac{HCO^3_{60}\,SO^4_{31}}{Ca_{65}\,Na_{19}\,Mg_{16}}.$$

Опытные работы по определению эксплуатационных ресурсов месторождения еще не завершены. Воды последнего имеют существенное практическое значение. Они могут быть использованы для минеральных ванн на курорте и в лечебно-питьевых целях, для чего следует организовать их розлив.

В 1963 г. скв. 9 Северо-Кавказского геологического управления, заложенной на правом склоне долины р. Аманаус, в 300 *м* выше устья р. Домбай Ульген в метаморфических сланцах палеозоя, на глубине 53 *м* вскрыта углекислая вода с дебитом 9 тыс *л/сутки* при температуре 6° С:

$$CO^2_{1,7}\,M_{4,4}\frac{HCO^3_{50}\,Cl_{50}}{(Na+K)_{57}\,Ca_{27}\,Mg_{17}}.$$

Скважина интерметтирует. Углекислая вода в этом районе вскрыта впервые. Учитывая исключительно благоприятные климатические и природные условия его, а также наличие здесь значительного количества домов отдыха и туристских баз, углекислая вода, дебит которой при дальнейшей разведке, несомненно, будут увеличен, может найти широкое практическое применение.

Район углекислых соляно-щелочных вод палеозоя. Рассматриваемый район протягивается прерывистой полосой шириной 20—30 *км* в периферийной части центрального кристаллического массива от р. Кубани до р. Чегема. Далее к востоку он прерывается. В этом месте полоса распространения образований мезозоя сильно сужена, вдавлена к югу и прижата к кристаллическому массиву. Осадочные породы здесь круто падают и быстро уходят на глубину, палеозой почти не выступает на дневную поверхность.

Углекислые соляно-щелочные воды встречаются здесь только на небольших участках, как, например, по Ардону (Зарамаг) и дальше по Тереку (выше Дарьяла у селений Паншеты и Сиони). При этом общая минерализация их не достигает величины, достаточной для дальнейшего распространения района (лишь Зарамагский источник имеет минерализацию 6 *г/л*). Тем не менее здесь наблюдаются условия, присущие лишь данному гидрогеохимическому району. Однако площадь выхода соответствующих пород на поверхность на этом участке невелика, вследствие чего и характер формирующихся здесь вод выражен недостаточно ярко.

Восточнее, в верховьях рек Аргуна и Андийского Койсу, вновь появляются углекислые соляно-щелочные источники. Генетически они связаны с новейшими тектоническими нарушениями молодого горстового поднятия Бокового хребта, где на поверхности распространены отло-

жения лейаса. От верховьев р. Аргуна такие источники можно проследить и к западу по южной окраине Центрального кристаллического массива (Китохи, Пассанаур, Джавские, Сохтинские, некоторые источники Верхней Рачи и, наконец, на самом западе уже слабо минерализованные источники Мзымты). Однако на южном склоне Кавказа источники этого типа не образуют непрерывной полосы. Здесь, благодаря крупному надвигу древних кристаллических пород на более молодые осадки, палеозой глубоко погружен.

Зону распространения углекислых соляно-щелочных вод мы связываем с областью распространения палеозоя и верхнего докембрия, которая охватывает периферийную часть кристаллического массива. Эти породы сильно дислоцированы и претерпели значительные метаморфические изменения. Они обнажаются на северном склоне Кавказа в непосредственной близости от центральной зоны более древних кристаллических пород, нигде не проникая в осевую ее часть. По направлению же к периферии отложения палеозоя и верхнего докембрия фиксируются на более значительном пространстве, залегая неглубоко под толщей полого падающих мезозойских, преимущественно юрских образований.

Многочисленные «окна» палеозойских пород наблюдаются в глубоких ущельях. Они играют важнейшую роль в геологическом строении местности и имеют первостепенное значение в формировании минеральных вод рассматриваемого типа. Поэтому эти воды мы генетически связываем с образованиями палеозоя, хотя в пределах описываемого гидрогеохимического района с поверхности развиты преимущественно юрские отложения. Действительно, минеральные источники, располагающиеся обычно по дну долины, хотя и не всегда выходят непосредственно из палеозойских пород, но, как правило, находятся недалеко от их кровли. Тем не менее возможны случаи, когда в формировании этих вод некоторое участие принимают и юрские отложения.

Мощность палеозоя, залегающего под юрой, очень велика. Он представлен сильно метаморфизованными известняками, конгломератами, филлитами и кристаллическими сланцами различного петрографического состава. Весь этот комплекс прорывается многочисленными интрузиями различного возраста. Породы данной полосы давно уже утратили пластичность, и начиная с палеозоя здесь имели место лишь дизъюнктивные дислокации, принявшие форму глыбовых перемещений (породы сильно раздроблены, развит кливаж). По тектоническим трещинам поднимаются восходящие струи углекислого газа, связанные с глубинными поствулканическими процессами.

Таким образом, характер циркуляции вод рассматриваемого района аналогичен таковым предыдущего гидрогеохимического района. Поэтому мы здесь также имеем холодные, насыщенные углекислотой источники, в химическом составе которых гидрокарбонатный ион играет существенную роль. Однако особенности литологии пород оказали существенное влияние на характер приуроченных к ним вод.

Выше отмечалось, что осадки глинистого характера наиболее соленосны. Однако переход в раствор солей, заключенных в глинистых сланцах, затруднен, поскольку в нормальном состоянии они труднопроницаемы для воды. Если эти сланцы метаморфизованы, при последующих орогенических процессах подверглись дроблению, то они становятся водопроницаемыми, и, следовательно, циркулирующие в них воды обогащаются солями (преимущественно хлористым натрием).

Таким образом, циркулирующие в рассматриваемом комплексе пород углекислые воды обогащаются не только гидрокарбонатами щело-

чей и щелочных земель, как воды предыдущего гидрогеохимического района, но и в еще большей степени минерализуются за счет хлористого натрия, являясь уже углекислыми гидрокарбонатно-хлоридно-натриевыми или углекислыми хлоридно-гидрокарбонатно-натриевыми. Их минерализация может быть и сравнительно небольшой и весьма значительной.

Характерными для данного гидрогеохимического района являются воды, обладающие минерализацией от 5 до 20 *г/л*. Кроме того, нужно отметить, что на всей рассматриваемой территории наряду с характерными для нее углекислыми соляно-щелочными водами встречаются и углекислые гидрокарбонатно-щелочноземельные воды. Это объясняется тем, что циркулирующие здесь углекислые воды не всегда встречают на своем пути соленосные породы. Так, воды, циркулирующие по кварцитам, изверженным породам, известнякам, естественно будут обладать иным солевым составом, более характерным для источников предыдущего гидрогеохимического района.

Температура рассматриваемых вод колеблется от 8 до 15° С, т. е. несколько выше, чем у источников первого района. Это объясняется большей глубиной их циркуляции.

Содержание здесь свободной углекислоты тоже доходит до 2 *г/л*, но обычно оно несколько меньше, чем в водах первого района. Выделение спонтанного газа протекает менее интенсивно, чем в углекислых гидрокарбонатно-кальциево-магниевых источниках (нарзаны). Это объясняется большей удаленностью рассматриваемого района от вулканических очагов. По мере же приближения к последним содержание в воде свободной углекислоты заметно возрастает.

Дебит источников обычно невелик: от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч литров в сутки. Исключение составляют скважины, которыми выведена углекислая соляно-щелочная вода в напорной зоне артезианского склона, в структурном отношении приуроченного к моноклинали северного склона Кавказа (Ново-Благодарненский створ в районе КМВ, Нагутские буровые).

В пределах рассматриваемого гидрогеохимического района выходят следующие источники: Красногорские, Эшкаконский, Индышский, Мурдухский, Джаланкольские (группа), Худесские (группа), источники в долинах рек Ингушли и Мары, Нижний Тузлук, Бильбичанский, Джуаргенские (группа), Гаралы-Кол, Баксанские, Кыртыкские, Урузбиевские, Большой Камык, Кестанты, Кекташ, источник близ сел. Ачи в бассейне р. Чегема, Думала, Зарамагский, Колотикаусский, Басхойский, Хахечу, Куройский, Инхокорь, Тиндинские, Китохи, Пассанаур, Дзаусуар, Сохта-Суар, Киртышо. Суммарный дебит их составляет 2,4 млн. *л/сутки*, включая и эксплуатационные ресурсы Ессентукского месторождения соляно-щелочных вод, которое мы относим к описываемому району.

Из перечисленных источников наибольшее практическое значение имеют Зарамагский, Индышский, Средний и Нижний Маринские, а также воды скважин, пробуренных в 1961 г., в бассейне р. Мары.

Зарамагский источник находится в 2 *км* от селения одноименного названия ниже по течению р. Ардон. Здесь имеется несколько (4—5) выходов минеральной воды, расположенных на обоих берегах реки. Главный же выход, находящийся на левом берегу ее, в 1929 г. был несовершенно каптирован бетонным колодцем. В настоящее время Садонским рудоуправлением производится в небольшом количестве розлив воды источника. В г. Алагире строится завод розлива

минеральных вод Зарамагских и Тибских источников. Описываемые источники выходят в области развития аспидных сланцев, относимых Л. А. Варданянцем (1935) к верхнему лейасу—доггеру, и приурочены к крупному Адайкомскому разрывному нарушению. Вблизи их развиты рудопроявления кайнозойского возраста, среди которых имеются и жилы реальгара.

Дебит главного источника не превышает 5—6 тыс. *л/сутки*, но с помощью разведочных работ он может быть намного увеличен. Температура воды 8,5—9° С. Содержание в ней мышьяка составляет 2 *мг/л*, что делает ее особенно ценной в терапевтическом отношении. Характерно также высокое (до 100—115 *мг/л*) содержание в воде борной кислоты.

Химический состав источника приведен в табл. 49. Содержание в воде свободной углекислоты, определенной нами на месте, составляет 2,2 *г/л*, а двухвалентного железа — 9 *мг/л*.

43 тыс *л/сутки*, по другим 175 тыс *л/сутки* (2,3 *л/сек*) Содержание в воде радия $n \cdot 10^{-11}$ *г/л* Химический состав ее следующий

$$M_{9\,9}\,\frac{Cl_{8}\,HCO^{3}{}_{21}}{Na_{72}\,Mg_{22}}\,.$$

Скважина 8 расположена в 1,5 *км* выше моста через р Мару. Пройдя терригенные образования плинсбаха, на глубине около 400 *м* она врезалась в розовые граниты Первая водоносная зона была вскрыта в интервале 99,3—102,0 *м*, а вторая на глубине 285,1—286,0 *м* Минерализация воды первой зоны 6,98 *г/л*, второй 17,4 *г/л* Содержание в ней свободной углекислоты 2,2 *г/л*, радия $n \cdot 10^{-11}$ *г/л*. Химический состав ее следующий

$$M_{6\,9}\,\frac{Cl_{,1}\,HCO^{3}{}_{18}}{Na_{,3}\,Mg_{2}}$$

Район хлоридно-натриевых вод палеозоя и лейаса. Рассматриваемый район представляет собой продолжение предыдущего к востоку

Таблица 49

Химический состав источников (Зарамагский, Индышский и Маринский)

Источник	Сумма твердых составных частей, *г/л*	Сухой остаток, *г/л*	Содержание ионов (числитель—в *г/л*, знаменатель—в %-экв)															Время опробования автор	Аналитик
			H_2SiO_3	$K^{\cdot}$	Na	NH_4	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Sr^{\cdot\cdot}$	Fe	Mn	Cl	Br	J	SO_4''	F	HCO_3		
Зарамагский (главный)	5,881	4,518	0,023	0,010 / 0,4	1,596 / 85,86	—	0,0441 / 4,6	0,149 / 9,2	—	0,0006 / 0,02	—	1,194 / 41,8	0,002 / 0,02	0,0005 / —	0,007 / 0,2	—	2 855 / 58,0	18/VII 1931 г, Э Э Карстенс	Э Э Карстенс
Индышский 1 (главный)	20,510	17,452	—	—	6,1081 / 87,06	—	0,2619 / 7,06	0,3592 / 5,88	—	—	—	6,5479 / 60,53	—	—	0,4056 / 2,77	—	6,3271 / 36,70	17/VIII 1939 г, Н А Григорьев	З Н Андреева
Индышский 2	20,9659	15,2886	0,0603	0,1405 / 1,7	6,1491 / 86,73	—	0,2446 / 5,44	0,4038 / 6,54	—	0,0106 / 0,12	—	6,5987 / 60,34	—	—	0,3663 / 2,46	—	6,9920 / 37,18	5/IX 1928 г, Л Э Ротман	Л Э Ротман
Нижний Маринский	12,0192	11,274	0,0203	0,069 / 0,92	3,0171 / 68,17	0,0017 / 0,05	0,3322 / 14,20	0,6167 / 16,00	0,0312 / 0,36	0,0159 / 0,30	Следы / —	5,2472 / 76,89	0,0235 / 0,16	0,0015 / —	0,1942 / 2,10	—	2,4487 / 20,85	28/II 1962 г, И Я Пантелеев	В А Склярова
Верхний Маринский	7,0435	6,280	0,0224	0,0315 / 0,72	1,7347 / 66,82	—	0,3222 / 23,46	0,1584 / 7,01	0,0263 / 0,53	0,0450 / 1,43	0,0009 / 0,03	3,1511 / 77,66	0,0118 / 0,13	0,0004 / —	0,0444 / 0,80	—	1,4945 / 21,41	30/VII 1960 г, И Я Пантелеев	В А Склярова

Характерной особенностью источника является повышенная его радиеносность (одиннадцатая степень). Содержание в водах радона не превышает 2—5 ед. Махе.

Скважина 5 расположена в 1,3 *км* выше моста через р. Арбакол. Она прошла терригенные образования плинсбаха и на глубине 175 *м* врезалась в дресву гранитов. Водоносные трещины (зоны) были вскрыты в крупнозернистых песчаниках в интервалах 30—37,7 и 80—80,4 *м*. Дебит скважины при свободном самоизливе 43 тыс. *л/сутки*. Приводим формулу химического состава ее воды:

$$M_{6,6}\,\frac{Cl_{,6}\,HCO^{3}{}_{13}}{Na_{,9}\,Mg_{23}}\,.$$

Скважина 7 находится в 420 *м* к востоку от предыдущей. Она также прошла плинсбах и на глубине 195 *м* врезалась в граниты. Водоносная зона вскрыта в песчаниках на глубине 70 *м*. Дебит скважины при свободном самоизливе по одним данным составлял

и западу Он охватывает область распространения образований палеозоя и лейаса, где проявления поствулканических процессов отсутствуют В соответствии с этим здесь имеется два гидрохимических поля: западное, находящееся к северу от кристаллического массива между реками Белой и Кубанью, и восточное, расположенное в зоне распространения лейаса от р Ардона до верховьев р Самура Образования палеозоя здесь на большей части площади перекрыты песчано-глинистыми отложениями нижней и средней юры, которые в западной части Северного Кавказа залегают очень полого, в центральной углы падения их резко увеличиваются, а на востоке (Дагестан) они собраны в ряд складок сложного строения Палеозой здесь погружается на значительные глубины

В соответствии с глубиной залегания палеозоя связанные с ним воды в западном гидрохимическом поле являются совершенно холодными, а в восточном они оказываются преимущественно термальными (до 55° С) Поскольку проявления углекислоты здесь отсутствуют,

роль гидрокарбонатного иона в солевом составе вод становится незначительной. Минерализация их осуществляется главным образом за счет хлористого натрия, извлекаемого из вмещающих их пород. Обычно они отличаются отсутствием сульфатов, обусловленным биохимическим восстановлением их. Общая минерализация рассматриваемых вод иногда достигает 20 *г/л*, причем нередко они характеризуются повышенным содержанием бария. Из газов здесь преобладает азот, хотя дебит спонтанных газов никогда не бывает значительным.

Поскольку юрские отложения, перекрывающие палеозой, вследствие своего литологического состава препятствуют проникновению выпадающих атмосферных осадков на глубину, генетически связанные с ним естественные источники, за немногим исключением, малодебитны.

Химический состав вод, приуроченных к юрским отложениям, в значительной степени изменяется в зависимости от глубины их циркуляции. Так, в глинистых сланцах юры движение воды возможно главным образом в коре выветривания и по трещинам преимущественно тектонического происхождения. Воды коры выветривания обычно имеют невысокую общую минерализацию, а ионный состав представлен главным образом сульфатами, кальцием и магнием. Сульфаты образуются за счет окисления рассеянного в породах пирита, причем процесс иногда доходит до образования купороса и серной кислоты. Последние вступают в обменную реакцию с образующимися при выветривании карбонатами, в результате которой выделяющаяся углекислота переходит в раствор, повышая растворимость карбонатных соединений. При выходе этих вод на поверхность часть растворенной углекислоты переходит в спонтанную с выпадением карбонатов, вследствие чего образуются корки травертинов. В случае значительной соленосности сланцев эти воды могут обогащаться ионами хлора и натрия. В бальнеологическом отношении они не представляют интереса.

Напротив, если эти же воды проникают достаточно глубоко в коренные образования юры главным образом по тектоническим трещинам, то вначале они обогащаются сульфатами кальция и магния, а с глубиной постепенно теряют весь свободный кислород, идущий на окисление пирита, марказита и других сульфидов. В создавшихся анаэробных условиях при участии органических веществ происходит восстановление сульфатов с образованием сероводорода. При этом сульфаты кальция и магния, разрушаясь, выпадают из раствора в виде карбонатов, и вода приобретает щелочной характер.

Вследствие того, что трещины в аспидных сланцах очень тонки (преимущественно они имеют характер кливажа), фильтрационная способность их невелика и поэтому источники этого типа обладают ничтожным дебитом, который невозможно существенно увеличить даже с помощью разведочных работ. Поэтому практического значения эти воды не имеют. Большой интерес представляют воды, приуроченные к алевролитам и песчаникам юры. Они погружаются по падению пластов на значительную глубину и разгружаются или по тектоническим трещинам, или в местах дренажа их эрозионной сетью. В этом случае они приобретают повышенную температуру и подвергаются интенсивным процессам метаморфизации, выражающейся главным образом в замене сульфатов карбонатами (с выделением сероводорода) и щелочных земель — щелочами. Образующийся при этом сероводород связывается железом при движении вод по железистым разностям песчаников. Таковы «содовые» источники, являющиеся переходными к водам, характерным для следующего гидрогеохимического

района Южного Дагестана. Поскольку воды движутся по пластам песчаников, отличающихся повышенной фильтрационной способностью, приуроченные к ним естественные источники характеризуются несколько большим дебитом. Газируют эти воды преимущественно метаном.

Таким образом, в пределах рассматриваемого района сосредоточены минеральные источники следующих четырех типов.

1. Воды образований палеозоя, приуроченные к разрывным нарушениям глубокого заложения, сильно минерализованные, напорные, газирующие азотом, часто термальные.

2. Воды юрской толщи глубокой циркуляции восходящего типа гидрокарбонатно-натриевого состава («содовые»), газирующие преимущественно метаном. Температура их повышенная.

3. Воды юрских отложений средней глубины циркуляции, чаще нисходящего типа, гидрокарбонатно-натриевые, иногда газирующие метаном, холодные.

4. Сульфатно-кальциевые (гипсовые) воды небольшой минерализации, формирующиеся преимущественно в делювии и элювии юрских сланцев.

В пределах этого района выходят следующие минеральные источники: Тменикау, Сторожевский, Чайнашки, Нижний Балкарский, Стыр-Хох, Зинцарский, Шондон, Даргавский, Хамхи, Хангихой, Дугорой, Бежитинский Хван-Ора (Тлядальский), Тиди, Тляротинский, мелкие источники в долинах рек Дах, Псакенч, Самопалке, Миростанке, Маньке. Суммарный дебит их составляет около 1 млн. *л/сутки*.

К числу первоочередных объектов для использования в бальнеологических целях относятся Тменикаусские источники, являющиеся аналогом широко известных Висбаденских терм, на характеристике которых мы остановимся несколько подробней.

Тменикаусские термы (Кармадон) расположены на левом берегу р. Геналдона, в 200 *м* от Малийского ледника. В верховьях этой реки, в районе сел. Тменикау, выходят две группы минеральных источников: верхняя — Карма-дон и нижняя — Шон-дон. На последней проведены разведочные и опытные работы (описание их приводится ниже).

Кармадонские источники изучались Пастуховым (1899), доктором Гардановым (1926), Э. Э. Карстенсом (1932), экспедицией Института курортологии под руководством В. А. Александрова (1936), Н. А. Григорьевым и А. И. Черницовым (1940). Бальнеологическое исследование их производилось доктором У. С. Дзгоевым.

Первым, наиболее обстоятельным изучением геологического строения района мы обязаны Л. А. Варданянцу (1935). Позднее Северо-Кавказским геологическим управлением здесь были проведены крупномасштабные геологические и гидрогеологические съемки.

В геологическом отношении рассматриваемый район характеризуется распространением верхнепалеозойских и юрских образований.

Работами геологической партии Северо-Кавказского геологического управления в 1959—1960 гг. в районе Кармадонского месторождения минеральных вод были выделены четыре крупные тектонические зоны, каждая из которых осложнена большим количеством разрывных нарушений и мелких пликативных структур. Среди дизъюнктивных нарушений выделяются разломы глубокого заложения (группа Верхне-Кармадонских взбросо-сбросов, Южный взброс, Тменикаусский сброс и др.) и разломы, образование которых связано с формированием складок.

Непосредственно Верхние Кармадонские источники выходят из морены на абсолютной высоте 2330—2400 *м*. Генетически же они, несомненно, связаны с крупным разрывным нарушением глубокого заложения регионального характера, проходящим в образованиях карбона и протягивающимся на десятки километров в широтном направлении. В долине р. Гизельдона этот сброс сечет не только карбоновую, но и пермскую толщу, а на востоке, в бассейне р. Терекли, по этой же линии наблюдается тектонический контакт юры с древними гранитами.

Здесь насчитывалось до 17 естественных источников (не считая самых мелких грифонов) с суммарным дебитом порядка 500 тыс. *л/сутки*, с температурой воды от 20 до 57° С. Несомненно, что значительная часть минеральной воды растекается в четвертичных образованиях, не достигая поверхности земли. Поэтому дебит источников может быть значительно увеличен с помощью бурения. При этом качество их, несомненно, улучшится, поскольку захват минеральных вод непосредственно в коренных породах исключает опреснение их водами ледниковых отложений, имеющее место в настоящее время, чем и обусловлены колебания температуры и общей минерализации источников. Однако отсутствие дорог (на протяжении 8—10 *км* от сел. Тменикау до минеральной площади) и неблагоприятные условия строительства в месте выхода источников вынуждают пока отказаться от проведения здесь разведочных работ и начать их на нижней группе, где технико-экономические и природные условия являются более благоприятными.

Все основные источники сильно газируют. В местах выхода их широко развиты отложения травертинов. Спонтанные газы представлены главным образом углекислотой и азотом. Из микроэлементов в рассматриваемых водах присутствуют в повышенных количествах мышьяк (до 3 *мг/л*), бор и двухвалентное железо (до 29 *мг/л*). Особо

следует отметить их высокую радиеносность. Проведенное нами радиологическое изучение этих вод показало, что содержание в них радия представлено одиннадцатой степенью с коэффициентами от 1,1 до 6,7. Концентрация радона в водах составляет 1,2—3,4 ед. Махе, в спонтанных газах 2,4—4,2 ед. Махе.

Химический состав наиболее характерных источников этой группы приведен в табл. 50.

Благодаря своим весьма ценным физико-химическим особенностям, Верхние Кармадонские источники обладают исключительным терапевтическим эффектом. В настоящее время здесь имеется небольшое ванное здание легкого типа. Наиболее горячие источники каптированы, правда весьма несовершенно.

Помимо описанных выше термальных источников, в 350 *м* к югу от них (у самого Малийского ледника) имеется два выхода холодной углекислой воды типа нарзанов с общим дебитом около 50 тыс. *л/сутки* (0,58 *л/сек*). Содержание в них свободной углекислоты составляет 2,3 *г/л*.

По данным длительных наблюдений за режимом месторождения Г. П. Булацевым, В. С. Григоровичем, В. П. Щипачевым и Л. К. Райковой (1964) были подсчитаны эксплуатационные запасы месторождения по состоянию на 1/VII 1964 г. в количестве 178 тыс. *л/сутки*, которые ГКЗ утверждены по категории *В* и отнесены к забалансовым. В обоснование запасов вошли естественные источники № 6, 9, 10, 14, химический состав воды которых следующий:

$$\text{Источник № 6: } Fe_{0,015}\,HBO^2_{0,226}\,M_{7,3}\,\frac{Cl_{5}\,HCO^3_{13}}{(Na+K)_{79}\,Ca_{15}}\,.$$

$$\text{Источник № 9: } Fe_{0,029}\,HBO^2_{0,257}\,M_{8,3}\,\frac{Cl_{6}\,HCO^3_{13}}{(Na+K)_{79}\,Ca_{16}}\,.$$

Таблица 50

Химический состав Кармадонских источников

Источник	Сумма твердых составных частей, *г/л*	Сухой остаток, *г/л*	Содержание ионов (числитель—в *г/л*, знаменатель—в %-экв)																			Время отбора, автор	Аналитик
			H_2SiO_3	HBO_2	$Zi^{\cdot}$	$K^{\cdot}$	$Na^{\cdot}$	$Rb^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Sr^{\cdot\cdot}$	$Ba^{\cdot\cdot}$	$Fe^{\cdot}$	$Pb^{\cdot}$	Cl'	Br'	J'	SO_4''	HPO_4''	$HAsO_4''$	HCO_3'		
Верхняя группа																							
Источник № 1	5,1833		0,0630			0,1839 / 5,6	1,3915 / 73,8		0,0428 / 4,2	0,2830 / 17,0	—	—	0,0050 / 0,2	—	2,5224 / 85,8			0,0873 / 2,2	—	—	0,6044 / 12,0	11/VII 1931 г., Э Э Карстенс	Э Э Карстенс
Источник № 1-а	3,8251	3,730	—	—	—	—	1,1056 / 76,11	—	0,0402 / 5,22	0,2362 / 18,67	—	—	—	—	1,9304 / 86,19			0,0716 / 2,36	—	—	0 4411 / 11,45	9/XI 1939 г., Н А Григорьев	З Н Андреева
Источник № 1-в	4,6248						1,3977 / 79,60	—	0,0419 / 4,51	0,2431 / 15,89	—	—	—	—	2,3553 / 87,00			0,0683 / 1,83	—	—	0,5185 / 11,13	9/XI 1939 г., Н А Григорьев	З Н Андреева
Источник № 4	7,294	7,310	0,1487	0,0757	0,0035 / 0,4	0,2711 / 6,0	1,9299 / 72,3	0,0022 / 0,02	0,0518 / 3,7	0,3770 / 16,4	0,0025 / 0,05	0,0047 / 0,05	0,0017 / 0,05	0,0008 / —	3,5061 / 86,5	0,0075 / 0,8	0,00006	0,1137 / 2,1	0,0007 / 0,01	0,0033 / 0,03	0,7930 / 11,3	11/VII 1931 г., Э Э Карстенс	Э Э Карстенс
Источник № 6	6,5446	6,212	—	—	—	—	1,9907 / 80,7	—	0,0478 / 3,7	0,3349 / 15,6	—	—	—	—	3,2470 / 85,4	—		0,1053 / 2,1	—	—	0,7189 / 12,5	9/XI 1939 г., Н А Григорьев	З Н Андреева
Нижняя группа																							
Источник (верхний)	1,6702	—	—	—	—	—	0,5612 / 87,0	—	0,0087 / 2,6	0,0585 / 10,4	—	—	—	—	0,9234 / 92,9	—		0,0156 / 1,2	—	—	0,1028 / 6,0	3/XI 1939 г., Н А Григорьев	З Н Андреева

$$\text{Источник № 10: } Fe_{0,016}\, HBO^2_{0,252}\, M_{8,1}\, \frac{Cl_{85}\, HCO^3_{13}}{(Na+K)_{80}\, Ca_{14}}.$$

$$\text{Источник № 14: } Li_{0,005}\, HBO^2_{0,117}\, M_{4,0}\, \frac{Cl_{84}\, HCO^3_{14}}{(Na+K)_{79}\, Ca_{16}}.$$

Нижние Кармадонские источники (Шондон) до начала разведочных работ выходили на левом берегу р. Геналдона, в 2 *км* к югу от сел. Тменикау. Здесь на протяжении 50 *м* имелось шесть источников, приуроченных к сильно метаморфизованным сланцам лейаса (пять из них выходило из четвертичных образований, а один — непосредственно из коренных пород). Суммарный дебит их составлял около 70 тыс. *л/сутки*, при температуре воды 20—35° С. Источники сильно газировали. Содержание в воде сероводорода составляло 2—7 *мг/л*. В настоящее время вследствие происшедшего обвала три источника иссякли.

В 1954 г. в соответствии с рекомендациями А. М. Овчинникова здесь было начато разведочное бурение, которое сопровождалось геофизическими исследованиями с целью изучения глубины залегания палеозоя.

К началу 1964 г. Северо-Кавказским геологическим управлением и другими организациями пробурено 12 скважин глубиной от 350 до 600 *м*, не вышедших из образований лейаса.

Скважинами 3-бис, 6а, 7, 10, 12 и 13 вскрыты самоизливающиеся (напор достигал 108,9 *м* выше устья их) хлоридно-натриевые бороносные (концентрация бора до 180 *мг/л*) воды с повышенным (до 6 *мг/л*) содержанием лития. Хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые воды с содержанием бора до 93 *мг/л* выведены скважинами 8, 9, 14 и 15. Наконец, гидрокарбонатно-хлоридно-натриевая вода с минерализацией 1,4 *г/л* была получена скв. 11.

Наибольшая общая минерализация воды оказалась в скважинах, заложенных в непосредственной близости от выхода естественных минеральных источников этой группы. Скважинами 8, 9, 12, 13, пройденными севернее, выведена вода с минерализацией от 2 до 3,3 *г/л*. Еще меньшей общей минерализацией характеризуются воды скважин, заложенных южнее Нижне-Кармадонской группы естественных источников, где она не достигает 2 *г/л*.

Газовый состав вод представлен (в объемн. %): N_2 54—84, CH_4 13—44, CO_2 0,3—2,3.

В отличие от Верхне-Кармадонских источников воды скважин нижней группы характеризуются лишь кларковым содержанием радия. Они являются также менее ценными по ионному и газовому составу.

Как показали опытные работы, проведенные упомянутыми авторами, вскрытые скважинами водоносные зоны характеризуются следующими параметрами. Коэффициенты проводимости изменяются от 0,447 до 11,86 *м²/сутки*, коэффициенты пьезопроводности колеблются от $0,77 \cdot 10^{-4}$ до $3,78 \cdot 10^{-5}$ *м²/сутки*.

Большая часть скважин взаимодействуют между собой. Значения коэффициентов влияния, рассчитанные по Альтовскому, колеблются от 0,67 до 0,75. Коэффициенты снижения дебита по взаимодействующим скважинам изменяются от 0,15 до 0,25. В процессе свободного самоизлива уменьшался дебит скважин и в той или иной степени изменялся химический состав воды.

ГКЗ утверждены эксплуатационные запасы месторождения по категории А в количестве 2200 тыс. *л/сутки* по состоянию на 1/VII

1964 г. В обоснование запасов вошли скважины 3-бис, 6, 8, 10, 12, химический состав воды которых следующий:

$$\text{Скважина 3-бис: } HBO^2_{0,2}\, M_{5,8}\, \frac{Cl_{97}}{(Na+K)_{87}\, Ca_{11}}\, T_{36}.$$

$$\text{Скважина 6: } HBO^2_{0,164}\, M_{3,8}\, \frac{Cl_{91}\, HCO^3_{9}}{(Na+K)_{90}\, Ca_{8}}\, T_{36}.$$

$$\text{Скважина 8: } HBO^2_{0,114}\, M_{2,8}\, \frac{Cl_{69}\, HCO^3_{31}}{(Na+K)_{93}\, Ca_{7}}\, T_{35}.$$

$$\text{Скважина 10: } HBO^2_{0,108}\, M_{3,2}\, \frac{Cl_{85}\, HCO^3_{14}}{(Na+K)_{88}\, Ca_{8}}\, T_{53}.$$

$$\text{Скважина 12: } HBO^2_{0,097}\, M_{3,1}\, \frac{Cl_{83}\, HCO^3_{17}}{(Na+K)_{93}\, Ca_{5}}\, T_{32,5}.$$

ГКЗ рекомендует Северо-Кавказскому геологическому управлению «провести контрольные химические анализы минеральных вод скважины 3-бис на содержание в ней фтора, с целью подтверждения возможности их использования в качестве лечебно-питьевых и для розлива», а также установить границы зон горно-санитарной охраны месторождения(протокол № 4361 от 10/VII 1964 г.).

Район щелочных терм юрских отложений Южного Дагестана. Рассматриваемый гидрогеохимический район занимает самую восточную часть области распространения нижнеюрских отложений региона. Он расположен в пределах Южного Дагестана в бассейнах рек Уллучая, Рубасчая, Гюргенчая, Самура и частично в нагорном Азербайджане. Эта область сложена мощной (порядка 6 *км*) толщей лейаса, представленного темными глинистыми сланцами, чередующимися с пачками песчаников мощностью до 20 *м*, а в отдельных случаях и до 50 *м*. На периферии района, главным образом уже в Северном Азербайджане, в пределах ее развиты глинистые сланцы доггера с прослоями песчаников, мощность которых составляет 1500—2000 *м*.

Вся эта толща сланцев и песчаников собрана в ряд молодых складок общекавказского простирания. В ходе истории геологического развития в этой части Кавказской горной системы не существовало столь сильного бокового сжатия, какое проявилось в центральной и западной областях ее. Поэтому пликативные формы дислокаций здесь преобладают над дизъюнктивными и дробление пород выражено сравнительно слабо (оно коснулось преимущественно песчаников). При этом песчаники оказались слабо метаморфизованными и в большинстве своем водопроницаемыми.

Вследствие этого здесь оказалось возможным пластовое движение подземных вод по песчаникам, заключенным в толще водоупорных сланцев, со значительным их вертикальным перемещением. Воды атмосферного происхождения, инфильтруясь в песчаники в области их поверхностного распространения, погружаются по падению пластов на большие глубины. При этом они приобретают напорный характер и подвергаются значительному метаморфизму (окислительно-восстановительные процессы, катионный обмен и пр.). В результате первоначально жесткие и сульфатные воды превращаются в мягкие гидрокарбонатные, иногда с довольно высокой температурой и в ряде случаев со значительным содержанием сероводорода. Разгрузка их в виде естественных источников происходит или по дизъюнктивным нарушениям, или в местах, где песчаники прорезаются долинами рек.

В зависимости от литологических особенностей водовмещающих пород воды имеют гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый (Рычал-Су, Ахты, Верхний Хнов, Ели-Су, Абано, Казардикам и некоторые другие) или хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый (Хнов Средний и Нижний, Царо, Джани) состав.

Температура источников доходит до 50° С, дебит их колеблется от нескольких тысяч до сотен тысяч *л/сутки*. Газируют они преимущественно метаном. Некоторые источники характеризуются значительным (до нескольких десятков миллиграммов на литр) содержанием сероводорода.

Помимо этих, наиболее характерных вод здесь также встречаются воды неглубокой циркуляции, приуроченные к тем же юрским образованиям. По составу они являются сероводородно-гидрокарбонатно-натриевыми, холодными и имеют много сходства с источниками предыдущей провинции.

Наконец, здесь также встречаются слабо минерализованные, холодные сульфатные источники, формирование которых происходит у поверхности земли.

В пределах рассматриваемого гидрогеохимического района выходят следующие минеральные источники: Хосрек, Хивские, Рычал-Су, Рычалвац, Цмурский, Кеанские, Урсунские, Хнеджские, Ашарские, Кутульский, Икринский, Кабирские, Динди-чай, Келинский, Лалаамский, Кичальский, Колютльский, Джадварский, Хрюкский, Ялахские, Ахтынские, Джабский, Мискинджипские, Кара-Кюринские, Макинский, Казардикамский, Хновские, Джани, Елисуйские, Хинадугский, Абано, Царо, Фирегские.

Наибольшее практическое значение в данном гидрогеохимическом районе имеют напорные термальные воды. К числу первоочередных объектов для бальнеологического использования относятся Ахтынские термы, Рычал-Су и Елисуйские источники.

Ахтынские термы выходят в нижнем течении р. Ахтычая и представлены тремя группами источников: Царо, собственно Ахтынский (на гидроминеральной базе которых существует кардиологический детский курорт) и Джани. Первые сведения о них мы находим в работах К. Грума (1855), Г. Абиха (1860), А. Коншина (1892), А. Махмудова (1915), В. П. Ренгартена (1926), В. А. Александрова (1935), Н. Н. Ростовцева (1932, 1935).

Рассматриваемые источники выходят на южном крыле и в сводовой части коробчатой Джанинской антиклинали, сложенной толщей глинистых сланцев и песчаников тоара (заинкамская, ахтынская, миджахская свиты). Приурочены они к пачкам песчаников, заключенных в водонепроницаемых глинистых сланцах. В районе их выхода имеется до десяти напорных водоносных горизонтов.

Источники Царо расположены на правом берегу р. Ахтычая, в 5 *км* выше сел. Ахты. Вода и газ выходят из трещин кливажа в песчаниках заинкамской свиты. Главный источник представляет собой углубление в коренных породах сечением 1,4×0,6 *м*. Дебит его равен 40 тыс. *л/сутки*. Температура воды составляет 35° С. Химический состав ее приведен в табл. 52.

Спонтанный газ выделяется спорадически. Выше главного термального источника, на расстоянии 2 и 13 *м*, из тех же песчаников сочится холодная сероводородная вода, отлагающая белые налеты серобактерий.

Ахтынский курорт расположен на аллювиальной террасе левого берега р. Ахтычая, в 5 *км* выше сел. Ахты, на абсолютной высоте

1160 *м*. Курорт существует очень давно: некоторые каптажи были устроены еще в VI в. Источники выходят у подножия левого склона долины над террасой шириной до 150 *м*, которая в свою очередь образует над рекой обрыв высотою 30 *м*. Здесь имеется 6 источников.

Источник № 1 питает «Солдатские» ванны. Каптаж его скрыт стеной здания, в котором помещаются две цементные ванны. Дебит его 40—60 тыс. *л/сутки*. Температура воды 54° С. Химический состав приведен в табл. 52.

Источник № 2 находится в 20 *м* к северо-востоку от предыдущего. Каптаж заключен в северо-западном углу здания «Мужских лезгинских» ванн. Дебит его и химический состав сходны с таковыми источника № 1.

Источник № 3 находится в 32 *м* к юго-западу от источника № 1. Выходит он из коренных пород. Вода проведена в здание «Офицерских ванн». Дебит источника составляет 20—30 тыс. *л/сутки*. Температура 50—52,2° С. Химический состав его приведен в табл. 52.

Источник № 4 выходит в 23 *м* к востоку от источника № 1. Минеральная вода захвачена примитивным каптажем в четвертичных образованиях и проведена в женские ванны. Дебит источника 30 тыс. *л/сутки*, температура его 52,5° С.

Источник № 5 находится на расстоянии около 60 *м* к северо-востоку от источника № 1. Вода поступает по подземному каналу длиной около 90 *м* в главное ванное здание курорта. Суммарный дебит источника 30—50 тыс. *л/сутки*, температура достигает 44° С.

Источник № 6 выходит в овраге в 11 *м* к западу от источника № 3, из трещин коренных пород. Дебит его 54 тыс. *л/сутки*, температура 32° С. Источник сильно газирует.

«Содовый» источник (№ 8) находится вблизи главного корпуса санатория. Выведен он из четвертичных образований. Дебит составляет 4,3 тыс. *л/сутки*. Температура воды 18,8° С.

Первые пять источников относятся к типу вод глубокой циркуляции. Они обладают небольшим (до 3 *мг/л*) содержанием сероводорода, ярко выраженным гидрокарбонатно-натриевым составом и высокой температурой.

Источники № 6 и 8 характеризуются меньшей температурой, содержат значительное количество сульфатов и щелочных земель, сероводород отсутствует. Они образуются в результате смешения вод глубокой циркуляции и грунтовых вод. Источник № 8 не относится к типу содовых и такое название его является недоразумением.

Источники Джани расположены на обоих берегах р. Ахтычая, в 0,5 *км* от курорта. Здесь имеется до десяти естественных источников, приуроченных к своду Джанинской антиклинали. Кроме того, вскрыта минеральная вода несколькими шурфами и буровыми скважинами в тонкоплитчатых известковистых песчаниках тоара. Суммарный дебит всех источников района Джани составляет 150 тыс. *л/сутки*. Температура их достигает 50° С.

Химический состав главных источников иллюстрируется табл. 52.

Таким образом, источники Джани являются надежным резервом для расширения гидроминеральной базы Ахтынского курорта. Последний, несомненно, имеет все данные для дальнейшего развития. Этот курорт может быть использован в качестве бальнеологического (питьевые лечебные воды и купанья) и горноклиматического. Эксплуатационные запасы минеральной воды можно значительно увеличить с помощью разведочных работ.

Елисуйские минеральные источники описаны Г. Струве (1888 г.), С. Симоновичем (1896), Д. Бартенсоном (1901), А. Коншиным (1892), К. Паффенгольцем (1930).

Рассматриваемые источники выходят в области распространения отложений средней юры, собранных в ряд изоклинальных, часто опрокинутых к югу складок. Выходы источников приурочены к песчаникам, залегающим в осевой части антиклиналей, осложненных разрывными нарушениями.

Здесь имеется две группы источников: верхняя и нижняя.

Верхняя группа, расположенная на левом берегу р. Амамчая (левый приток Курмухчая), в 4,5 *км* выше ее устья, представлена десятью естественными выходами горячей воды, с суммарным дебитом порядка 400 тыс. *л/сутки*, при температуре 35—42° С. Вода двух нижних (основных) источников проведена в бассейны для купания. Химический состав ее иллюстрируется табл. 51.

Нижняя группа источников находится на левом берегу р. Курмухчая, в 1 *км* выше устья р. Амамчая, на абсолютной высоте 1185 *м*. Суммарный дебит их незначительный. Максимальная температура воды 34° С. Местами выделяется газ.

На гидроминеральной базе верхней группы возможна организация небольшого курорта местного значения, чему также благоприятствуют и климатические условия района.

Источники Рычал-Су находятся в бассейне реки одноименного названия. Изучались они В. П. Ренгартеном (1925), Н. Н. Ростовцевым (1931) и Дагестанской экспедицией Института курортологии (1933).

Здесь на протяжении 2 *км* выходят 8 минеральных источников с суммарным дебитом порядка 200 тыс. *л/сутки* и температурой 17,9—36,5° С. Приурочены они к песчаникам лейаса. Химический состав основных источников приведен в табл. 51.

Содержание в воде сероводорода не превышает 1 *мг/л*. Спонтанный газ представлен главным образом метаном и углекислотой, что видно из следующих данных (проба относится к источнику № 3): CH_4 — 63,8%, CO_2 — 20,7%, O_2 — нет, CO — нет, N_2+редкие — 15,5%, Ar+Kr+Xe — 0,107%, He+Ne — повышенное.

Минеральные источники Рычал-Су в практическом отношении заслуживают внимания. На базе их целесообразно создать бальнеологический и питьевой курорт местного значения.

Район сульфатно-кальциевых (гипсовых) сероводородных вод нижнемеловых и верхнеюрских отложений. Рассматриваемый гидрогеохимический район протягивается от р. Пшехи на западе до р. Рубасчая на востоке. В геологическом строении его принимают участие карбонатные и терригенные образования верхней юры и нижнего мела, залегающие моноклинально на большей части своего распространения и

Таблица 51

Химический состав Ахтынского, Рычал-Су и Елисуйского месторождений минеральных вод

Источник	Сумма твердых составных частей, *г/л*	Сухой остаток, *г/л*	Содержание ионов (числитель—в *г/л*, знаменатель—в %-экв)														Время опробования, автор	Аналитик
			H_2SiO_3	HBO_2	$Li^{\cdot}$	$K^{\cdot}$	$Na^{\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Fe^{\cdot\cdot}$	Cl'	NO_3'	Br'	J'	SO_4''	HCO_3'		
Царо	3,795	3,112	0,051	—			1,1990 / 98,8	Следы / —	0,013 / 1,2	—	0,989 / 52,8				0,012 / 0,5	1,504 / 46,7	1935 г., Н. Н. Ростовцев	Лаборатория Гелиогазразведка
Ахтынский № 1	1,7535	1,2560	0,0499	0,002		0,0032 / 0,2	0,488 / 96,4	0,0046 / 1,7	0,0063 / 1,6	Следы / —	0,2004 / 25,4	—	0,0007 / —	Следы / —	0,0069 / 0,6	0,9915 / 74,0	1934 г., Н. Н. Ростовцев	Лаборатория ВСЕГЕИ
Ахтынский № 2	1,7027	1,268	0,0439	—	—	0,0057 / 0,7	0,4595 / 94,9	0,0049 / 1,9	0,0106 / 2,5	Следы / —	0,1536 / 20,6	—	0,0063 / —	0,0002 / —	0,0040 / 0,4	1,0140 / 79,0	5/X 1933 г., Н. Г. Коицевич	Лаборатория ВСЕГЕИ
Ахтынский № 3	1,8622	1,2916	0,0608	—	0,0004	0,0250 / 2,8	0,4899 / 92,6	0,0052 / 1,9	0,0126 / 2,7	—	0,1865 / 22,9	—	—	—	0,0216 / 2,0	1,0602 / 75,1	1913 г., А. Махмудов	Р. Купцис
Джани № 4	4,2148	3,687	0,034	—	—	—	1,418 / 96,9	0,0018 / 0,2	0,0370 / 2,9	—	1,611 / 71,2	—	—	—	Следы / —	1,113 / 22,8	1934 г., Н. Н. Ростовцев	Лаборатория ВСЕГЕИ
Джани № 10	2,2036	1,728	0,036	—	—	—	0,675 / 98,1	0,0013 / 0,4	0,0093 / 1,5	—	0,476 / 44,4	—	—	—	Следы / —	1,006 / 55,6	1934 г., Н. Н. Ростовцев	Лаборатория ВСЕГЕИ
Рычал-Су № 1	4,5809	3,200	0,0198	0,0017	0,0006 / 0,1	0,0546 / 2,4	1,2697 / 94,6	0,0066 / 0,9	0,0237 / 2,0	Следы / —	0,4984 / 24,1	—	0,0004 / —	0,00002 / —	0,0005 / —	2,6970 / 75,7	1932 г., Э. Э. Карстенс	Э. Э. Карстенс
Рычал-Су № 3	4,4721	3,1320	0,0273	—	—	0,0208 / 0,9	1,2446 / 94,7	0,0183 / 2,7	0,0196 / 1,7	—	2,6630 / 76,4	—	—	—	0,0006 / —	0,4779 / 23,6	30/V 1933 г., Бахман и Прокофьева	
Елисуйский (верхняя группа)	1,3853	0,9294	—	—	—	0,0136 / 2,12	0,3620 / 95,62	0,0019 / 0,98	0,0042 / 1,28	—	0,0121 / 2,06	0,0083 / 0,78	—	—	0,0030 / 0,38	0,9788 / 96,78	23/VIII 1928 г., К. Н. Паффенгольц	

образующие в рельефе крупную куэсту так называемого Скалистого хребта с обрывистым южным и пологим северным склонами. Лишь в Дагестане они собраны в ряд крупных коробчатых складок, осложненных дизъюнктивными нарушениями.

В пределах рассматриваемого района мощные толщи карбонатных осадков заключены между песчано-глинистыми образованиями, характеризующимися или незначительными фильтрационными свойствами, или являющимися водоупором. Эта карбонатная толща вследствие своей трещиноватости и широкого развития карстовых процессов, особенно сильно развитых в валанжине—титоне, обладает высокой водоносностью. Она участвует в строении асимметричного артезианского бассейна или артезианского склона, приуроченного в структурном отношении к моноклинали северного склона Кавказа.

В области поверхностного распространения упомянутых карбонатных образований по многочисленным трещинам и карстовым воронкам инфильтруются атмосферные осадки и уводятся на глубину, недоступную для испарения. Далее эти воды движутся по падению пластов и вновь выходят на поверхность у подошвы склона в виде очень обильных и непостоянных по дебиту источников, расположенных на наиболее низких гипсометрических отметках, где известняки валанжина перекрываются терригенными образованиями неокома.

Вследствие широкого развития в отложениях валанжина—титона карстовых каналов, циркулирующие в них воды движутся с относительно большой скоростью. При этом наличие мергелистых и глинистых прослоев в этой толще обусловливает формирование нескольких слабо сообщающихся между собой водоносных горизонтов. Этим и объясняется, что в глубоких каньонах рек выходящие из них родники расположены в несколько этажей. Обычно верхний из этих горизонтов, стратиграфически соответствующий валанжину, является наиболее водообильным. К нему приурочены самые крупные по дебиту пресные источники, характеризующиеся лишь повышенной жесткостью. Нижние же горизонты, отвечающие титону, куда проникает уже меньше атмосферных осадков, дают несколько более минерализованную воду. Однако в том и другом случае минерализация вод связана главным образом с выщелачиванием гипсов, широко развитых в рассматриваемых осадках. Этим и объясняется, что они имеют ярко выраженный сульфатно-кальциевый состав.

Поскольку скорость движения вод достаточно велика, а растворимость гипса при данных физико-химических условиях не превышает 2 *г/л*, общая минерализация их обычно равна 2—3 *г/л*. Содержание в них сульфатов составляет 70—85%, при такой же примерно концентрации кальция. В некоторых случаях эти воды достигают предельного насыщения гипсом.

В процессе погружения вод происходит потеря растворенного кислорода и в анаэробных условиях развивается сероводородное брожение, в результате которого часть содержащихся в воде сульфатов восстанавливается с выделением сероводорода. Возбудителем этого процесса является *Microspira desulfuricans*. Необходимые для ее питания органические вещества приносятся водою с поверхности.

Содержание в воде общего сероводорода колеблется от нескольких до 70 *мг/л*. При этом нередко он представлен главным образом в форме гидросульфатного иона.

Такие высокодебитные холодные сульфатно-кальциевые сероводородные воды и характеризуют данный район. Поскольку генетически они чаще связаны с титоном, то выходы их расположены обычно

в ущельях крупных рек, прорезающих толщу валанжина—титона на наиболее низком гипсометрическом уровне

Эти источники относятся преимущественно к нисходящему типу Однако в тех случаях, когда источники приурочены к крупным карстовым каналам, протягивающимся на значительные расстояния, они носят восходящий характер К их числу относятся карстовые озера в бассейне р. Черека, известные под названием «Голубые озера»

Дебит естественных источников колеблется от нескольких десятков тысяч до нескольких миллионов литров в сутки, при температуре воды 9—16° С

Значительная часть сульфатно-кальциевых вод валанжина—титона продолжает свое движение далее по падению пластов, под покрывающие эти осадки песчано глинистые образования нижнего мела Эти воды вновь поднимаются на поверхность лишь в тех местах, где породы подверглись дизъюнктивным нарушениям При этом воды претерпевают интенсивные процессы метаморфизации (восстановительные процессы, катионный обмен), в результате чего превращаются из жестких сульфатно-кальциевых в мягкие гидрокарбонатно-натриевые или гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые и приобретают повышенную температуру Таковы, например, мощные восходящие источники на Белой речке близ г Нальчика, имеющие хлоридно-гидрокарбонатно натриевый состав и температуру до 27° С Непосредственно они выходят из альба, хотя генетически, по-видимому, связаны с более древними осадками

Аналогичное происхождение имеет и Бабугенский источник, выходящий из готерива

Что касается образований оксфорд-кимериджа, то к ним приурочены пресные источники и лишь местами, в зонах развития тектонических нарушений, в них встречаются углекислые воды

В пределах распространения этого гидрогеохимического района выходят следующие минеральные источники: Баракаевские, Тхобзашхопс, Хаймаши, Гунделенские, Кустос-Су, Чаты-Су, Белореченские азотные термы, Бабугенские, Кара-Су, Церик-Кель, Тамисские, Санглхи, Шатоевский, Конхидатль, Губденский, Аликентский, Сойдарские Суммарный дебит их составляет около 104 млн *л/сутки*

В практическом отношении наиболее важное значение из них имеют Тамисская группа источников и Белореченские термы

Тамисские минеральные источники находятся в долине р Ардона, в 9 *км* к югу от г Алагира Здесь на протяжении 350 *м*, преимущественно на правом берегу реки, выходят пять источников с общим дебитом 5—7 млн *л/сутки*, при температуре воды 10—12° С и содержании сероводорода от 25 до 70 *мг/л* Несколько источников выходят также в русле реки. Наблюдать их можно только осенью, когда расход ее сильно уменьшается

Все источники приурочены к доломитовой свите титона и выходят непосредственно из трещин (карстового происхождения) коренных пород

На базе этих источников уже существует небольшой курорт Он находится в 2 *км* от них в живописной долине р Тамиска, на расстоянии 8 *км* от г Алагира

Каптаж и трубопровод, по которому подается в ванное здание минеральная вода, сделаны очень примитивно и поэтому по пути происходит большая потеря сероводорода, которую при более совершенной организации бальнеологического хозяйства можно совершенно устранить

Приводим формулу химического состава для каптированного (№ 3) источника:

$$M_{2,8}\frac{SO^4_{81}\,HCO^3_{12}\,Cl_7}{Ca_{77}\,Na_{13}\,Mg_9\,K_2}.$$

В 1962—1963 гг. Северо-Кавказским геологическим управлением на Тамисском месторождении пробурены две скважины. Наиболее глубокая из них — скв. 1 расположена на левом склоне долины р. Ардона, непосредственно на территории санатория. Глубина ее 1016 *м*. Скважина прошла образования валанжина, титона, кимериджа и врезалась в лузитан. При глубине 497 *м* она обсажена 6-дюймовой колонной труб.

Вода выведена из карбонатных отложений верхней юры, с пропластками мелкокристаллического гипса. Дебит скважины при глубине 1016 *м* составлял 4,84 млн. *л/сутки*. Удельный дебит ее при понижении уровня на 47,5 *м* равнялся 101,9 тыс. *л/сутки*.

Химический состав воды этой скважины при конечной ее глубине следующий:

$$H_2S_{0,19}\,M_{3,7}\frac{SO^4_{50}\,Cl_{13}}{Ca_{68}\,Mg_{23}}.$$

Интересно отметить, что, несмотря на значительную глубину скважины, температура воды ее низкая (16,6° С). Это обусловлено карстовым характером циркуляции вод рассматриваемого гидрогеохимического района. В согласии с указанным обстоятельством находятся и результаты режимных наблюдений за естественными минеральными источниками месторождения, дебит которых находится в прямой зависимости от количества выпадающих осадков.

Скважина 2 не вышла из образований валанжина. При глубине ее 137 *м* начался самоизлив слабо минерализованной, холодной бессероводородной воды. При конечной глубине скважины (353 *м*) дебит ее при свободном самоизливе достиг 232,3 тыс. *л/сутки* Формула Курлова для воды этой скважины имеет следующий вид:

$$M_{0,5}\frac{HCO^3_{39}\,Cl_{38}\,SO^4_{23}}{(K+Na)_{10}\,Ca_{34}\,Mg_{20}}\,T_{12\,1}.$$

Поскольку скважиной 1 выведено большое количество сероводородной воды непосредственно на территории курорта, в ближайшие годы планируется резкое увеличение пропускной способности его (с 300 до 2500 мест).

Белореченские азотно-сероводородные термы находятся в 12 *км* к юго-западу от г Нальчика и в 8 *км* от курорта «Долинское». Здесь уже существует ванное здание, обслуживающее больных и отдыхающих Нальчикского курорта.

На протяжении 1 *км* Белореченские источники выходили из песчаников апта тремя группами. В процессе разведочных работ (Гаврилов, 1932; Лангваген, 1936) серная вода была перехвачена на глубине и источники иссякли.

Упомянутыми исследователями в разное время на месторождении пробурено 49 мелких скважин глубиной от 30 до 200 *м*, причем ни одна из них не вышла из образований апта. В результате проведенных разведочных работ только скважинами 31 и 32 было получено серной воды более 1 млн. *л/сутки* каждой и скв. 47 — около 2,5 млн. *л/сутки*.

По содержанию сероводорода первые две буровые превосходят естественные выходы источников (как и первую каптажную скв. 18)

в три раза и по минерализации почти в два раза. Что касается скв. 47, то здесь содержание сероводорода составляло 2 *мг/л*, т. е. примерно такое же, как в естественных источниках. Следует отметить, что серная вода в песчаниках апта была вскрыта почти всеми разведочными скважинами, но по дебиту и ценности минерального состава она значительно уступала воде трех вышеуказанных буровых.

Температура воды поднималась с глубиной и на уровне около 100 *м* достигала уже 27° С. Анализ отобранных нами проб спонтанных газов показал, что по химическому составу на 93% они представлены азотом.

Содержание в воде радия не превышает двенадцатой степени, а радона, определенное нами на месте, — 1,79 ед. Махе.

В 1962 г. скв. 47 была ликвидирована, а рядом с ней пройдена скв. 47-бис глубиной 150 *м*. Дебит ее при свободном самоизливе составлял 180 тыс. *л/сутки*.

Приводим формулы химического состава воды скважин с наибольшей общей минерализацией и содержанием сероводорода.

Скважина 32:

$$H_2S_{0,006}M_{1,7}\frac{Cl_{71}\,HCO^3{}_{27}}{(Na+K)_{97}\,Ca_3}\,T_{27}.$$

Скважина 31:

$$H_2\,S_{0,005}\,M_{0,8}\frac{Cl_{62}\,HCO^3{}_{36}}{(Na+K)_{73}}\,T_{21}.$$

Скважина 47:

$$H_2\,S_{0,002}\,M_{0,4}\frac{HCO^3{}_{55}\,Cl_{25}\,SO^4{}_{15}\,CO^3}{(Na+K)_{87}\,Mg_7\,Ca_6}\,T_{27}.$$

Скважина 47-бис:

$$H_2\,S_{0,002}\,M_{0,4}\frac{HCO^3{}_{63}\,SO^4{}_{16}\,Cl_{21}}{(Na+K)_{95}\,Ca_4\,Mg_1}\,T_{26,5}.$$

Северо-Кавказской экспедицией «Союзгеоминвод» Министерства здравоохранения СССР здесь были пробурены четыре мелкие скважины, с помощью которых из третичных образований выведена гидрокарбонатно-кальциево-магниевая вода с дебитом при свободном самоизливе 350 тыс. *л/сутки* и температурой 20° С. Эта вода не имеет бальнеологического значения.

В 1954 г. скв. 8 глубиной 314 *м* в миоцене была вскрыта гидрокарбонатно-кальциево-магниевая вода с дебитом при свободном самоизливе 97 тыс. *л/сутки* и температурой 25° С, также, вероятно, не представляющая интереса в бальнеологическом отношении.

Наконец, в 1954—1955 гг. была пробурена «Кавказнефтеразведкой» первая глубокая скважина, являющаяся, по существу, опорной для этого района. Эта скважина расположена на третьей надпойменной террасе р. Нальчика, на территории курортного пляжа. Она пробурена до проектной глубины — 2400 *м*. На этой глубине предусматривалось вскрытие валанжинского водоносного комплекса. Однако вследствие увеличения действительных мощностей плиоцена, миоцена и верхнего мела по сравнению с проектными скважина, пройдя четвертичные образования (26 *м*), третичный комплекс пород (1740 *м*) и верхний мел (471 *м*), на глубине 2237 *м* вскрыла песчаники альба, по которым прошла 163 *м*.

Скважиной вскрыто семь водоносных горизонтов.

Первый из них приурочен к песчаным отложениям сармата. Дебит скважины при свободном самоизливе 9,9 тыс. *л/сутки*, напор +22 *м*.

Вода по составу является гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевой. Общая минерализация ее 0,8 *г/л*, температура на устье буровой 14° С.

Второй водоносный горизонт вскрыт в песчаных прослоях верхнего чокрака и низах карагана. Дебит при свободном самоизливе 14,4 тыс. *л/сутки*, напор +42 *м*. Химический состав воды аналогичен таковому предыдущего водоносного горизонта, что, возможно, обусловлено негерметичностью скважины, вследствие чего сравниваемые водоносные комплексы могли оказаться гидродинамически связаны между собой.

Третий водоносный горизонт приурочен к пескам нижнего чокрака. Дебит скважины при свободном самоизливе 87,8 тыс. *л/сутки*, напор +41,5 *м*. Воды относятся к типу азотных гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниево-натриевых с минерализацией 0,8 *г/л* и температурой 27,3° С.

Четвертый водоносный горизонт вскрыт в песчаных образованиях верхней части майкопа (интервал 1016—1063 *м*). Специальной Комиссией Пятигорского бальнеологического института он рекомендуется для эксплуатации (после искусственного газирования углекислотой эти воды могут быть использованы как столовые). Дебит скважины при свободном самоизливе 174,5 тыс. *л/сутки*.

Эксплуатационные запасы горизонта утверждены ГКЗ по категории В в количестве 165 тыс. *л/сутки*.

Химический состав воды следующий:

$$Li_{0,006}\,HBO^{2}_{0,014}\,M_{1,3}\,\frac{Cl_{61}\,HCO^{3}_{38}}{Na_{83}\,K_{7}\,Mg_{3}\,Ca_{3}}\,.$$

Спонтанные и растворенные газы представлены главным образом азотом и метаном.

Пятый водоносный горизонт вскрыт в образованиях эоцена, а шестой — в отложениях маастрихта. В том и другом случае был получен ничтожный (менее 1 тыс. *л/сутки*) приток воды. По химическому составу воды эоцена хлоридно-натриевые с минерализацией 10,9 *г/л* (воды маастрихта не анализировались).

Седьмой водоносный горизонт приурочен к песчаникам альба. Он имеет наибольшее практическое значение из всех вышеперечисленных и рекомендован упомянутой Комиссией для бальнеологического использования. По химическому составу это хлоридно-натриевые йодобромные воды с минерализацией 18,6 *г/л*, что видно из следующей формулы Курлова:

$$J_{0,005}\,Br_{0,036}\,M_{18,6}\,\frac{Cl_{98}\,HCO^{3}_{2}}{Na_{92}\,Ca_{7}\,K_{1}}\,.$$

В известной степени эти воды являются аналогом вод Старой Руссы. Содержание в них других микроэлементов составляет: лития 7 *мг/л*, бария 7,5 *мг/л*, борной кислоты 138 *мг/л*.

Химический состав спонтанного газа следующий: CH_4 91,9%, CO_2 7,5%, H_2S 0,5%. Температура воды на устье 80° С, избыточный напор 173,3 *м*.

Длительные опытные гидрогеологические работы показали стабильность дебита и химического состава воды, что позволило ГКЗ утвердить эксплуатационные запасы по категории A_2 в количестве 630 тыс. *л/сутки*.

Помимо упомянутой, в рассматриваемом районе в последнее время пройдены еще две глубокие скважины — 2-Р и 3-Р.

Скважина 3-Р (глубина 2628 *м*) заложена в 900 *м* к югу от предыдущей. Она прошла третичный комплекс пород, верхний мел и на глубине 2626 *м* вошла в песчаники нижнего мела. Эта скважина вскрыла те же водоносные комплексы, что и скважина 1-Р (Овчинникова, 1961).

Скважина 2-Р, заложенная на Белой Речке, прошла песчано-глинистую толщу и на глубине 1168 *м* врезалась в образования титона, по которым прошла 174 *м*. Согласно данным Л. К. Овчинниковой (1961), она вскрыла следующие водоносные горизонты (табл. 52).

Таблица 52

Гидрогеологические данные по скв. 2-Р

Водоносный горизонт	Глубина залегания водоносного горизонта, *м*	Дебит при самоизливе, тыс *л/сутки*	Температура на устье °С	Формула Курлова
Апт	156—180		27	$M_{0,7}\frac{HCO^3_{43}SO^4_{36}}{(Na+K)_{92}}$
Баррем	540—570	3100	37	$M_{3,8}\frac{Cl_{94}}{(Na+K)_{73}Ca_{12}}$
Готерив	740—765	700	38	$H_2S_{0,037}\,M_{5,0}\frac{Cl_{87}}{(Na+K)_{79}}$
Валанжин	933—1165	460	45	$H_2S_{0,062}\,M_{6,2}\frac{SO^4_{66}Cl_{25}}{(Na+K)_{82}}$

Известный практический интерес представляет также источник Кара-Су, выходивший на правом берегу реки одноименного названия, в 100 *м* от места впадения ее в Черек Балкарский. В настоящее время он занесен речными отложениями, но с помощью разведочных работ легко может быть восстановлен. Источник расположен у шоссе, в исключительно живописной местности, в 1 *км* от известных Голубых озер. Здесь возможна организация бальнеологического курорта, дополненного благоприятными климатическими и лечебными факторами.

Дебит источника составлял 160 тыс. *л/сутки*. Химический состав его следующий:

$$H_2S_{0,019}\,M_{2,3}\frac{SO^4_{89}\,HCO^3_{11}}{Ca_{76}\,Mg_{23}\,Na_1}.$$

Район хлоридно-натриевых вод альба Северной Осетии. Глины и глинистые сланцы альба очень неустойчивы по отношению к процессам денудации. Они обычно легко размываются, дают оползни. Их присутствие в разрезе хорошо фиксируется по расширению долин и оползневому рельефу.

В пределах Северной Осетии в полосе распространения образований альба выходит ряд мелких холодных источников, очень слабо газирующих (видимо, азотом) и минерализованных почти исключительно за счет хлористого натрия. Дебит их незначительный (1—2 тыс. *л/сутки*), а общая минерализация измеряется 13—15 *г/л*.

В гидрогеологическом отношении это воды неглубокой циркуляции, приуроченные к коре выветривания образований альба. Среди местного населения они пользуются большой популярностью (употребляются

для питья и для ванн). К числу таковых относятся Чиалтазский (Буанский), Коринский и Зилахарский источники.

Суммарный дебит их составляет всего 3,3 тыс. *л/сутки*.

Район сероводородных вод верхнемеловых антиклиналей. Рассматриваемый гидрогеохимический район протягивается от р. Белой на западе до р. Гюрген-Чая на востоке. Он сложен карбонатными образованиями верхнего мела мощностью 300 *м* в Центральном Кавказе и 500—700 *м* — в Дагестане.

На большей части своего распространения верхний мел залегает моноклинально с пологими углами падения на западе и довольно крутыми в восточной части региона. В Грозненском районе и Дагестане эти осадки собраны в антиклинальные складки, которые частично или полностью окружены третичными образованиями (Корыламская и Чемберлоевская складки, купола Хадумский, Кукуртау и Эльдама). Вдоль Черноморского побережья также имеются антиклинальные поднятия, сложенные карбонатными образованиями верхнего мела среди окружающих третичных пород.

Известняки верхнего мела вследствие своей трещиноватости обладают хорошей водопроницаемостью. В области поверхностного их распространения происходит интенсивная инфильтрация атмосферных осадков, вследствие чего слагаемый ими склон обычно лишен поверхностного стока. По берегам же рек и крупных балок, прорезающих до основания верхнемеловую толщу, и у северного подножия верхнемеловой куэсты имеются обильные родники пресной воды.

Именно холодные, трещинные, пресные воды гидрокарбонатно-кальциевого состава с минерализацией 0,2—0,3 *г/л* характерны для этой толщи в зоне активного водообмена. При погружении же их по падению пластов под третичные отложения (т. е. в напорной зоне) они подвергаются процессам метаморфизации, в результате чего, как установлено бурением, приобретают гидрокарбонатно-натриевый и даже гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый состав, а общая минерализация достигает 1 *г/л* и более. При этом температура вод значительно повышается и в ряде случаев в них содержится небольшое количество сероводорода.

Однако, кроме этих, обычных для карбонатной фации верхнего мела вод, в некоторых, сравнительно немногочисленных, районах из тех же известняков выходят мощные по дебиту с высокой минерализацией источники совершенно иного типа. Это хлоридно-натриевые воды с высоким содержанием сероводорода.

Подобные минеральные источники расположены на северном склоне Кавказа в восточной его части (Чишки, Миатлы, Талги), а на южном склоне — в западном окончании его (Мацеста, Агура, Приморское и др.), т. е. там, где имеются верхнемеловые антиклинали, обрамляемые или перекрываемые третичными осадками. Кроме того, отмечается и другая закономерность, заключающаяся в том, что все источники приурочены к местам наиболее гипсометрически низко расположенных выходов на поверхность верхнемеловых известняков.

Формирование минерального их состава не может быть связано с выщелачиванием только известняков верхнего мела, которые, как показали проведенные нами опыты с водными вытяжками, исключительно бедны растворимыми веществами. Повышенная температура вод (20—40°) свидетельствует о том, что эти воды поднимаются с некоторой глубины. Весьма вероятно, что они поступают в верхнемеловую толщу по трещинам тектонического происхождения из какого-то другого более древнего стратиграфического комплекса пород, с которым

генетически и связан их солевой состав При этом последние должны обладать значительной мощностью, соленосностью и высокой водообильностью, так как минеральные источники отличаются огромным дебитом Анализ нормального разреза региона показывает, что ближайшей такой толщей являются весьма соленосные образования валанжина — титона Источники Конхидатля свидетельствуют о том, что приуроченные к ним водопроявления могут иметь минерализацию до 30 *г/л*, причем процент-эквивалент содержания в них сульфатов не превышает такового в Талгинских минеральных водах Это содержание должно еще более резко снизиться в процессе образования сероводорода из сульфатов при их восстановлении биохимическим путем

Региональные исследования показывают, что все минеральные источники приурочены к разрывным нарушениям глубокого заложения, секущим не только верхнемеловые отложения, слагающие купола, но и более древние породы Это делает возможным миграцию воды из одного водоносного горизонта в другой (напор валанжин-титонского водоносного комплекса значительно превышает таковой верхнемелового водоносного горизонта) При этом пресные воды верхнемеловой толщи как бы «плавают» на поступающих с глубины минеральных водах, обладающих большим удельным весом Именно этим и объясняется то обстоятельство, что выходы минеральных вод приурочены к наиболее глубоким депрессиям верхнемелового известнякового массива

На северном склоне Кавказа известно пока два типичных для данного района месторождения минеральных вод — Чишкинское и Талгинское Кроме того, основываясь на общегеологических соображениях, можно допустить, что к этому же типу должен принадлежать мощный термальный сероводородный источник, выходящий в бассейне р Сулак у основания Хадумского купола к югу от сел Миатлы Однако, насколько нам известно, он пока еще никем не изучался

Чишкинское месторождение минеральных вод является довольно типичным представителем вод данного типа и безусловно имеет исключительно важное бальнеологическое значение Оно находится в долине р Чанты-Аргуна, почти в 5 *км* к югу от селения одноименного названия Здесь на протяжении около 300 *м* выходят две группы минеральных источников Верхняя из них расположена в 50 *м* выше устья р Эрки, а нижняя — на правом склоне долины р Чанты-Аргуна, около сел Ярош-Морды, против каменоломни, на абсолютной высоте 370—377 *м*

Количество источников в каждой группе, видимо, не является величиной постоянной, так как некоторая часть из них заливается водами р Чанты-Аргуна

Геологические особенности месторождения и история изучения его изложены в наших прежних работах (Григорьев, 1939, 1964) Здесь лишь кратко остановимся на количественной и качественной характеристике ресурсов и оценке перспектив этого месторождения

Верхняя (основная) группа Чишкинских минеральных источников связана с присводовой частью северного крыла Варандинской антиклинали, осложненной здесь дизъюнктивными нарушениями северо-восточного простирания

Суммарный дебит шести основных источников верхней группы колеблется от 1,35 до 2,92 млн *л/сутки*, а в среднем он выражается порядком 2 млн *л/сутки*

По химическому составу воды относятся к типу сероводородно-хлоридно-натриевых с минерализацией 11—14 *г/л* и являются аналогом

широко известных Мацестинских минеральных вод, что видно из табл 54

Некоторые изменения общей минерализации источников обусловлены различной степенью разбавления минеральных вод пресными

Содержание в воде общего сероводорода, определенное нами на месте, изменяется от 56 до 104 *мг/л*, а в среднем оно выражается 80—85 *мг/л* Отмечается также повышенная (10 *мг/л*) концентрация в них стронция

Характерной особенностью источников рассматриваемой группы является повышенная радиоактивность Так, содержание в них радия, по данным отобранных нами проб, составляло 1,38—2,65 $\cdot 10^{-11}$ *г/л*, а радона достигает 20 ед Махе

Температура источников верхней группы в зависимости от времени года не подвержена колебаниям и лежит в пределах 18—19,5° С

На нижней группе выходит от 3 до 6 источников (в зависимости от высоты уровня воды в реке) с суммарным дебитом 2—4 млн *л/сутки*. По химическому составу они отличаются от источников предыдущей группы, во-первых, в 5—6 раз меньшей общей минерализацией и в 10—15 раз меньшей концентрацией сероводорода, а также и несколько иным соотношением ионов, что иллюстрируется табл 54

В отличие от предыдущей группы описываемые воды не являются радиеносными Максимальное содержание в них радия не превышает двенадцатой степени, а радона — 1 ед Махе

Рассматриваемое месторождение минеральных вод расположено в живописной местности в 40 *км* от г Грозного, вблизи от шоссейной дороги, ведущей в климатический горный курорт Шатой Климатические условия благоприятствуют развитию здесь крупного курорта Обилие в районе пресных вод упрощает решение проблемы его водоснабжения

Талгинское месторождение минеральных вод находится в 13 *км* к Ю-З от г Махачкалы На базе его с 1928 г существует самый крупный в Дагестане бальнеологический курорт

Талгинский курорт расположен у восточного подножия мелового купола Кукуртау Минеральные источники приурочены к разрывным нарушениям, секущим карбонатные образования верхнего мела Значительное погружение последних в Буйнакской синклинали должно придать этим водам высокую (до 70° и более) температуру Однако они имеют температуру лишь 38°С Поэтому весьма вероятно, что к минеральной воде подмешиваются воды неглубокой циркуляции, образующиеся за счет местной области питания на самом куполе Кукуртау

До последнего времени эксплуатировались две скважины — 1 и 2, вскрывшие самоизливающуюся минеральную воду в зонах дробления мергелей эоцена Суммарный дебит их в первый период эксплуатации измерялся 2,4—3,2 млн *л/сутки*, впоследствии он стал постепенно уменьшаться, что, видимо, обусловлено главным образом техническим состоянием скважин Содержание в воде сероводорода достигало 430 *мг/л*

В 1952—1958 гг Северо-Кавказской гидрогеологической экспедицией «Союзгеоминвод» Министерства здравоохранения СССР на месторождении пробурены три разведочные скважины глубиной 165—387 *м* Все они вывели из третичных и меловых образований минеральную воду того же типа, что и старые скважины, но содержание сероводорода увеличилось до 600—700 *мг/л* Скважина 3 (глубина 387 *м*), дебит которой составлял 1,16 млн *л/сутки*, закреплена эксплуатационными трубами и в настоящее время вода ее используется в бальнеоло-

гических целях. Температура воды на устье буровой 39,4° С. Химический состав эксплуатационных скважин приведен в табл. 53.

Ранее пробуренные скважины продолжают эксплуатироваться, но техническое состояние их в настоящее время неудовлетворительное (трубы и оголовки сильно корродированы).

Несмотря на то, что воды Талгинского месторождения занимают одно из первых мест по содержанию сероводорода, курорт развивается медленно. Знойное лето, скудная растительность, отсутствие в достаточном количестве пресных вод для питьевых и хозяйственных нужд не способствуют развитию и популяризации его.

Район соленых и горько-соленых грунтовых вод палеогена. Рассматриваемый гидрогеохимический район протягивается узкой полосой вдоль Северного подножия Кавказа и лишь в области Ставропольского поднятия он сильно расширяется. Характер его определяется тем, что слагающие его образования палеогена преимущественно водоупорны. Поэтому циркуляция подземных вод происходит главным образом в элювиальных и делювиальных образованиях, а также в верхней разрушенной части коренных пород, представленных мощной толщей мергелей, глин, аргиллитов, песчаников. Большая часть этих вод является обычными грунтовыми неглубокой циркуляции, не имеющими бальнеологического значения. Лишь некоторые разности их вследствие особенностей солевого состава обладают лечебными свойствами и применяются в бальнеологии. К числу таковых относятся известные Баталинские, Лысогорские источники, Хео и некоторые другие, на характеристике которых мы несколько подробнее остановимся ниже.

Формирование вод этого типа представляется следующим образом.

Терригенные образования палеогена содержат известное количество хлористых солей, которые еще в период седиментации их были захвачены частично поглощающим комплексом донных илов, частично входили в состав погребенного в них рассеянного органического вещества. Эти соли вследствие высокой растворимости весьма подвижны, что позволяет им концентрироваться на поверхностях, с которых приносящая их капиллярная вода может удаляться путем испарения. Такими местами может быть не только поверхность земли, где чаще всего наблюдаются выпоты солей, но и тонкие трещины внутри породы, например трещины кливажа. Поэтому в зонах развития сильно трещиноватых пород, сообщающихся в области поверхностного их распространения с атмосферным воздухом, может создаваться засоленность. Примером является Соленая гора на р. Хео, сложенная в месте выхода источников мергелями эоцена.

Помимо хлористых соединений, породы палеогена содержат значительное количество мелко рассеяиных сульфидов (главным образом пирита, марказита, мельниковита), а также битуминозных образований нефтяного ряда (особенно в майкопе). Наконец, в рассматриваемых отложениях содержится значительное количество разрушенных щелочных и щелочноземельных силикатов, попадающих в процессе седиментации в пелитовую фацию, а также ряд труднорастворимых солей, образующихся в результате химических реакций, происходящих в морской воде (кальцит, доломит, магнезит).

Однако только хлористые соли, главным образом в виде NaCl, способны выщелачиваться из свежей неокисленной породы. Остальные же перечисленные минералы переходят в растворимые соединения лишь при выветривании. Так, щелочные и щелочноземельные силикаты и алюмосиликаты превращаются при выветривании в малорастворимую

Химический состав основных источников Чишкинского

Источник	Сумма твердых составных частей, г/л	Сухой остаток, г/л	Содержание ионов									
			$HSiO_3$	HBO_2	Li	K	Na	Mg	Ca	Fe ·	Sr ·	Mn ·
Чишки № 1 (верхняя группа)	10 9237	—	0,0944	0,0066	0,0004	0 0207 / 0 29	3 7669 / 90,37	0 0450 / 2 04	0,2601 / 7,15	0 0024 / 0,06	0 0076 / 0,09	—
Чишки № 2 (верхняя группа)	10,7676	—	—	—	—	—	3 7744 / 90 75	0 0547 / 2 49	0 2450 / 6,76	—	—	
Чишки № 4 (нижняя группа)	1 38 9	—	0 0263	0 0028	0 00003	—	0 3791 / 76,1	0 0190 / 7,22	0 0724 / 16 68	0,00017 / —	—	0 00015 / —
Скв 1 (Талги)	6 100	5,782	0,0317	—	—	0 050 / 1,31	1 544 / 69,04	0 089 / 7,53	0,431 / 22,12	—	—	—
Скв 2 (Талги)	6 103	5 724	0 0339	—	—	0 050 / 1 32	1,530 / 68 36	0 090 / 7,60	0,443 / 22,72	—	—	—
Скв 3 (Талги)	9 372	8 962	0 0301	—	—	0 086 / 1 44	2 455 / 70,12	0 131 / 7 07	0 652 / 21,37	—	—	—

кремнекислоту, полуторные окислы железа и алюминия, а также дают легкорастворимые углекислые соединения щелочей и щелочных земель

При окислении пирита, мельниковита и марказита образуются железный купорос и свободная серная кислота Последняя ускоряет процессы химического выветривания и образует новые сернокислые соединения, растворяя даже алюминий и вытесняя углекислоту из карбонатов

Сернокислое железо также вступает в обменную реакцию с карбонатами натрия, кальция и магния, образуя сернокислые соли последних и карбонат железа, который обычно распадается на лимонит и свободную углекислоту

Таким образом, сульфаты накапливаются в породе уже после выветривания ее При этом, образование сульфатов будет непрерывно продолжаться Весь хлористый натрий окажется уже вынесенным, вода приобретет сульфатно-щелочно-магнезиальный характер. При быстром токе воды, несущей много свободного кислорода, будут образовываться купоросно-квасцовые разности их

Химический состав подземных вод, циркулирующих в коре выветривания мергелей и глин палеогена, прежде всего определяется степенью выветрелости и промытости пород, а также особенностями геоморфологических и климатических условий региона.

На территории рассматриваемого гидрогеохимического района мы имеем следующие пять основных типов минеральной воды, связанных между собой постепенными переходами.

1. Хлоридно-натриевые бессульфатные воды большой минерализации (10—30 *г/л*), часто с несколько повышенным содержанием йода и брома. Они образуются при проникновении атмосферных осадков по тонким трещинам в коренные породы. Растворенный в них кислород еще в начале своего пути расходуется на окисление сульфидов и органики и на глубине уже не происходит образования сульфатов, а выщелачивается только хлористый натрий. Некоторое количество сульфатов,

Таблица 53

и Талгинского месторождений минеральных вод

(числитель—в г/л, знаменатель в %-экв)									Время опробования, автор	Аналитик
Zn	Cu	Cl'	Br'	J'	SO_4''	HS	HCO_3	CO_3		
—	—	5,7643 / 89,59	0,0015 / —	0,0002 / —	0,6416 / 7,37	0,0338 / 0,56	0 2747 / 2,48		24/IX 1960 г, Н А Григорьев	Е Распопов
—	—	5 7192 / 89,25	—	—	0,6850 / 7,89	0,0321 / 0,54	0,2572 / 2,33	—	24/IX 1960 г, Н А Григорьев	Е Распопов
0 0013 / —	0 00003 / —	0,5664 / —	0,00003 / —	0 00006 / —	0,1118 / 10,75	—	0,0002 / —	0,2050 / 15 51	27/IX 1960 г, Н А Григорьев	Е Распопов
—	—	2,549 / 73,9	0,0063 / 0,08	0 001 / —	0,532 / 11 39	—	0,866 / 14,60	—	8/XII 1956 г Г М Бабасинов	А Д Гуревич
—	—	2,539 / 73,60	0,0038 / 0,05	0,0008 / —	0,559 / 11,64	—	0 854 / 14,39	—	26/XII 1956 г, Г М Бабасинов	А Д Гуревич
—	—	4,263 / 78,95	0,0063 / 0 03	0,0014 / —	0 748 / 10 23	—	1,000 / 10 76	—	26 XII 1956 г Г М. Бабасинов	А Д Гуревич

мигрировавшее из самой верхней части окисленной зоны, восстанавливается биохимическим путем с заменой их гидрокарбонатами. Воды этого типа, приуроченные к образованиям майкопа, обладают незначительным дебитом (до 500 *л/сутки*).

К источникам этой группы относятся Мало-Тамбуканский, в сел. Кыз-Бурун, и соленый источник у пос. Долинского. Суммарный расход их составляет около 2 тыс. *л/сутки* Наиболее типичным из них является Мало-Тамбуканский.

2. Хлоридно-натриевые сероводородные воды значительной минерализации (8—14 *г/л*), содержащие сульфаты. Они выходят в полосе распространения мергелей эоцена. По сравнению с глинами майкопа в них более интенсивно развиты трещины выветривания и поэтому мощность зоны коры выветривания здесь более значительная.

В результате интенсивных процессов окисления сульфидов образуется значительное количество сульфатов, при восстановлении которых выделяется большое количество (до 100 и более *мг/л*) сероводорода. Суточный дебит этих источников обычно не превышает 3 тыс. *л* (0,03 *л/сек*). К числу их относятся Ново-Благодарненский, Заюковский, Шалушкинский, Хео (Нартан). Суммарный расход этих источников составляет около 6 тыс. *л/сутки*. Наиболее типичными из них являются Ново Благодарненский и Хео

3. Горькие и горько-соленые (сульфатные) воды высокой (10—30 *г/л*) минерализации. Эти воды образуются при выщелачивании сильно выветрелого делювия и элювия глин майкопа. В них накапливается большое количество сульфатов, в то время как хлориды оказываются уже вынесенными Вследствие сравнительно небольшой растворимости гипса здесь преобладают сульфаты натрия и магния. При этом, чем меньше остается хлора, тем больше бальнеологическая ценность воды Поскольку эти сильно минерализованные воды могут образовываться только при медленном движении грунтового потока, дебит источников этого типа измеряется немногими тысячами и редко пер-

выми десятками тысяч *л/сутки*. К этой группе относятся Убежинский, Суворовские (западный и восточный), Канглинский, Железноводский Горький, Горячеводский Горький, Баталинский, Тамбуканский, Этокские, Лысогорский («Пользительный») источники Суммарный дебит их составляет более 220 тыс *л/сутки* Наибольшей известностью пользуются Баталинский и Лысогорский.

4 Сульфатно-щелочноземельные (глауберово-гипсовые), иногда сероводородные воды небольшой (1—4 *г/л*) минерализации Они образуются при движении грунтового потока в аллювиальных образованиях, лежащих на поверхности коренных пород Вследствие большой водопроницаемости галечников скорость движения вод велика, в то время как поверхность выщелачиваемых пород относительно небольшая Этим и объясняется, что общая минерализация их не бывает высокой.

Рассматриваемые воды являются аналогом популярного французского источника *Contrexville*. К этому типу также относятся широко известные в бальнеологии Гаазо-Понамаревский и источник № 20 в Ессентуках, а также Каладжинские, Баталпашинский, Джамгатские, Горячеводские, Этокские, Евгеньевские и Чорик-Булакские минеральные источники Суммарный дебит их превышает 2,7 млн *л/сутки*

5 Кислые (квасцово-купоросные) воды, иногда с содержанием свободной H_2SO_4 Формирование их характерно для участков, где майкопские глины и их элювий непосредственно выступают на дневную поверхность и находятся под воздействием метеорных вод, несущих кислород Здесь происходит интенсивное окисление сульфидов, и образующиеся в результате этого сернокислое железо и серная кислота не успевают нейтрализоваться карбонатными соединениями При этом часть H_2SO_4 соединяется с окисью алюминия, получающейся при выветривании, образуя ярозит и квасцы

Воды этого типа обладают обычно небольшим дебитом и лишь источники у сел Гульси дают до 70 тыс *л/сутки* К этой же группе относятся также Железноводский купоросный, Змеегорский купоросный и Кошероковский (Кенже) источники Суммарный дебит их составляет 120 тыс *л/сутки*

Химический состав эксплуатирующихся и некоторых наиболее характерных соленых и горько-соленых источников рассматриваемого района приведен в табл 54

Район сильно минерализованных термальных хлоридно-натриевых йодо-бромных вод палеогена и мела. В данный район мы объединяем ряд локальных гидрохимических полей, приуроченных к третичным антиклинальным структурам предгорной полосы, в строении которых принимают также участие известняки верхнего мела Это Датыхская и Беноевская складки в Черных горах, а также Восточная (Прикаспийская) антиклинальная зона в Юго-Восточном Дагестане.

В сводовой части этих структур проходит ряд крупных разрывных нарушений типа сбросо-сдвигов, с которыми связаны мощные восходящие горячие сильно минерализованные хлоридно-натриевые воды Они выведены рядом буровых скважин из песчаников нижнего майкопа и мергелей эоцена. В некоторых случаях эти воды были встречены в меловых и даже юрских отложениях

Последнее обстоятельство свидетельствует о том, что генетически воды связаны или с образованиями карбонатной толщи верхнего мела, или (что наиболее вероятно) с более древним комплексом пород. В третичные же отложения они проникают только по тектоническим зонам глубокого заложения Скважины, пройденные вне этих зон, обычно не вскрывали вод этого типа в осадках третичного возраста. Подобные воды выходят примерно в аналогичных условиях во многих местах вокруг Каспийского моря на о-ве Челекен, Нефтедаге, Боядаге, Монжуклы, Биби-Эйбате

Во всех случаях эти воды испытали значительное погружение, в процессе которого они утратили сульфаты в результате биохимического восстановления их и обогатились галоидными соединениями щелочей Часть щелочных земель при разложении их сернокислых солей связывается с хлором вследствие катионного обмена В результате образуются сильно минерализованные (до 75 *г/л*) обычно бессульфатные хлоридно-натриевые воды со значительным содержанием йода (12—30 *мг/л*) и брома (до 250 *мг/л*), при ничтожной концентрации сероводорода.

Характерной особенностью их является также повышенная и высокая радиеносность Так, содержание в них радия обычно представлено одиннадцатой, десятой, а в исключительных случаях даже девятой степенями, что наряду с йодом, бромом и бором делает их крайне ценными в бальнеологическом отношении.

Таблица 54

Химический состав наиболее характерных соленых и горько-соленых минеральных источников палеогена

Источник	Сумма твердых составных частей, *г/л*	Сухой остаток *г/л*	Содержание ионов (числитель—в *г/л* знаменатель—в % экв)													Время опробования автор	Аналитик
			H_2SiO_3	Li	K	Na	Mg	Ca	Cl	Br	J	SO_4	$HAsO_4'$	HS	HCO_3		
Баталинский (новый)	15,114	14,57	—	—	—	2,501 / 47,33	1,214 / 13,46	0,423 / 9,19	0,718 / 8,81	—	—	9,374 / 84,95	—	—	0,874 / 6,24	2/VI 1964 г	Железноводская КНС
Баталинский (старый)	17,893	17,40	—	—	—	2,973 / 47,30	1,483 / 44,61	0,442 / 8,08	0,945 / 9,74	—	—	11,139 / 84,85	—	—	0,901 / 5,40	2/VI 1964 г	Железноводская КНС
Лысогорский	18,357	18,05	—	—	—	4,536 / 68,60	0,794 / 22,70	0,500 / 8,68	4,008 / 39,31	—	—	7,909 / 57,27	—	—	0,600 / 3,42	10/II 1964 г	Железноводская КНС
Хео (Нартан)—каптаж	8,7084	8,114	0,0270	0,0007 / 0,01	0,0206 / 0,4	3,0265 / 95,1	0,0474 / 2,8	0,0450 / 1,6	3,6296 / 74,2	0,0082 / 0,07	0,0005 / 0,003	0,8645 / 13,0	0,001 / 0,01	0,0438 / 0,9	0,9916 / 11,8	6/VIII 1936 г, Н А Григорьев	З Н Андреева

Воды данного гидрогеохимического района бурно выделяют спонтанный газ, который представлен главным образом метаном и азотом, а в единичных случаях углекислотой. При наличии последней воды отлагают большое количество травертина, что ведет к самозакупориванию скважин.

Температура вод всегда высокая (до 70° С). Дебит водопроявлений подобного типа обычно измеряется миллионами литров в сутки, достигая в некоторых из них 70 млн. *л/сутки*.

В практическом отношении воды описываемого района могут быть использованы в промышленных целях для получения йода и брома и, конечно, в бальнеологическом отношении.

В пределах рассматриваемого гидрогеохимического района выходят следующие источники: Хош-Мензил, Аджи-Наур, Каякентские, Датыхские, Беноевские, скважина № 7 в Дагестанских Огнях, группа скважин на куполах Дузлак, Берикей. Суммарный дебит их превышает 8,5 млн. *л/сутки* *.

Район щелочных сероводородных терм миоцена. Описываемый гидрогеохимический район занимает полосу миоценовых отложений в восточной части Предкавказья от р. Урупа на западе до р. Самура на юго-востоке.

Самой древней толщей, принимающей участие в геологическом строении его, является майкопская (олигоцен и нижний миоцен), обнажающаяся в некоторых местах в ядрах антиклинальных структур и вскрытая в процессе поисково-разведочных работ на нефть и газ многочисленными буровыми скважинами.

На майкопскую толщу налегают образования чокрака—карагана мощностью до 1000 *м*, представленные темными сланцевыми глинами с мощными прослоями песчаника.

Песчаники чокракского и караганского горизонтов обладают высокой пористостью и, как правило, являются водоносными. К ним приурочены водоносные горизонты, в подавляющем большинстве изолированные друг от друга. Эти же пласты являются коллекторами нефти и газа, вследствие чего они давно уже привлекли к себе внимание и к настоящему времени в геологическом и гидрогеологическом отношении достаточно хорошо изучены. Всего в рассматриваемых образованиях насчитывается до 22 пластов таких песчаников.

Выше залегает мощная (700—900 *м*) толща сармата, представленная главным образом глинами. Она перекрывается трансгрессивно залегающими отложениями мэотиса и плиоцена.

Из всей этой толщи отложений региональной водоносностью обладают лишь песчаники чокрака и карагана. При этом вследствие особенностей тектонического строения рассматриваемого гидрогеохимического района приуроченные к нему воды обладают некоторыми специфическими особенностями.

Дело в том, что в зоне северных предгорий Кавказа в олигоцен—четвертичное время образовались две линии крупных антиклинальных структур регионального характера, сложенных преимущественно третичными и отчасти более древними образованиями.

Внешнюю (северную) линию составляют: Терский антиклинорий, Брагунская и Гудермесская антиклинали, меловые купола Хадума и

* Характеристика этих месторождений приводится в главе «Промышленные воды».

Кукуртау, брахиантиклиналь Ачи-Су и Избербаш и, наконец, Восточная (Прикаспийская) антиклиналь Южного Дагестана.

Внутреннюю (южную) линию составляют: Сунженский антиклинорий, Старо- и Ново-Грозненские брахиантиклинали, Эльбенойская складка, меловые поднятия Сала-тау и Эльдама и Западная антиклиналь Южного Дагестана.

Пластичные третичные отложения легко поддавались смятию, не образуя разрывов, и только после размыва сводовой части антиклиналей дальнейшие орогенические движения выразились в дизъюнктивных дислокациях, развитых в срезанных эрозией осевых частях структур. В синклиналях разрывные нарушения не имели места.

Таким образом, тектоническое строение описываемого гидрогеохимического района и перемежаемость водоносных и водоупорных пород обусловили артезианский характер циркуляции подземных вод.

В песчаники чокрака и карагана, выступающие на дневную поверхность гипсометрически довольно высоко на северных склонах Кавказа (например, в Черных горах в Чечено-Ингушетии), инфильтруются атмосферные осадки, а также воды поверхностного стока, в частности ручьев и рек, протягивающихся вдоль гривок этих песчаников в моноклинальных долинах. Инфильтрационные воды, двигаясь по падению пластов, погружаются до 2—3 *км* в синклиналях и вновь выходят на поверхность под влиянием гидростатического напора в размытых сводах передовых антиклиналей. При столь значительном погружении пластовые воды приобретают очень высокую температуру и претерпевают метаморфизацию, которая сводится прежде всего к восстановлению сульфатов с образованием сероводорода, замене в большей или меньшей степени их гидрокарбонатами, а щелочных земель — щелочами и общему обогащению хлористым натрием.

Подобный взгляд на генезис термальных источников Восточного Предкавказья был высказан еще Г. Абихом и до сих пор разделяется большинством современных исследователей.

Отложения чокрака и карагана, как известно, являются нефтепроизводящими и, естественно, весьма богатыми органическим веществом. Проведенные нами опыты с водными вытяжками также показали высокую их соленосность. Поэтому циркулирующие в них воды могут получать высокую минерализацию и значительное содержание сероводорода. Рассеянная органика создает благоприятные условия для биохимического восстановления сульфатов в анаэробных условиях.

Сущность процессов десульфурирования заключается в восстановлении сульфатов до сероводорода, в присутствии органических веществ, которые, окисляясь, дают углекислоту, заменяющую в соединениях разрушенный сульфат. Существуют также представления, объясняющие этот процесс непосредственным воздействием метана на сульфаты кальция, магния и натрия. Однако эти реакции могут протекать при весьма высоких температурах и в природных условиях маловероятны. Сейчас уже можно считать доказанным, что этот процесс в подавляющем большинстве, если не во всех случаях, является результатом жизнедеятельности бактерий — *Microspira desulfuricans,* для которых органическое вещество, как и сульфаты, является питательной средой. Эти бактерии О. Ю. Волковой были обнаружены во всех отобранных нами пробах сероводородных вод рассматриваемого района. Температурные границы существования различных форм этих бактерий очень велики и едва ли не превышают 100° С.

При дальнейшем движении пластовых вод на глубину в синклиналях, где существуют высокие давления и температуры, гидрокарбо-

нат кальция разлагается с выпадением из раствора углекислого кальция, а выделяющаяся в этих условиях углекислота энергично действует на щелочные силикаты вмещающих пород (на полевые шпаты, слюды) и извлекает из них щелочи в виде бикарбонатных соединений.

Таким образом, первоначально жесткие воды становятся мягкими, щелочными. Одновременно происходит обогащение их хлористым натрием, выщелачиваемым из глин. При этом в зависимости от того, насколько полно прошли процессы десульфурирования и обогащения хлористыми солями, образуются различные типы имеющихся здесь вод, в которых катионы представлены почти исключительно щелочами, а из анионов встречаются хлор, гидрокарбонаты и сульфаты в самых различных сочетаниях от подавляющего преобладания до полного исчезновения одного из них.

Щелочный характер воды и восстановительная геохимическая обстановка благоприятствуют переходу радия из твердой фазы в жидкую. Поэтому концентрация радия в водах некоторых источников и нефтяных буровых скважин, пройденных в пределах рассматриваемой провинции, достигает $5{,}6 \cdot 10^{-11}$ *г/л*.

Поднимаясь к поверхности в области Передовых хребтов, эти воды в известной мере охлаждаются. В какой-то степени они смешиваются с нисходящими водами, инфильтрующимися в те же песчаники в местной области питания. Тем не менее температура некоторых естественных минеральных источников доходит до 92° С (Брагуны). Содержание в них сероводорода колеблется от нескольких до 100—160 *мг/л*.

Дебит источников изменяется от нескольких сотен до нескольких миллионов литров в сутки. Устанавливается уменьшение их дебита в связи с эксплуатацией нефтяных месторождений, вследствие падения пластового давления водоносных комплексов. По этой причине иссякли, например, Горячеводские минеральные источники, на базе которых функционировал в свое время бальнеологический курорт; в несколько раз уменьшился дебит Михайловского источника в Серноводске.

В самый последний период в связи с применением на нефтяных промыслах метода законтурного заводнения и уменьшением количества отбора воды из продуктивных горизонтов чокрака и карагана дальнейшее падение дебитов минеральных источников прекратилось. В будущем будет происходить не только стабилизация, но и постепенное увеличение расходов их.

Большинство источников выделяет незначительное количество спонтанного газа, представленного главным образом углеводородами и частично азотом.

Выходы их приурочены обычно к глубоким депрессиям рельефа, прорезающим антиклинали Передовых хребтов и вскрывающим водоносные горизонты на наиболее низком уровне. Иногда одна глубокая балка, прорезающая ядро складки, вскрывает на протяжении 200—300 *м* почти все имеющиеся здесь водоносные пласты с их самыми разнообразными по составу водами, и это создает здесь весьма благоприятные условия для устройства бальнеологических курортов широкого профиля (Серноводск, Ачалуки).

Своеобразные гидрогеологические условия характерны для Восточной антиклинали в Дагестане, которая срезана и перекрыта Каспийской террасой. Здесь уже выходы минеральной воды ввиду общей нивелировки приурочены к куполовидным поднятиям и к зонам наибольшего тектонического дробления пород.

Воды данного гидрогеохимического района имеют очень важное бальнеологическое значение благодаря высокой термальности и значительному содержанию сероводорода. Небезынтересны они также и в промышленном отношении, как наиболее дешевый источник получения тепловой энергии.

К этому району относятся следующие минеральные источники: Ачалуки, Серноводск, в Крестовой балке, у Волчьих ворот, Баратовская скважина, Горячеводские, Брагунские, Исти-су, Мельчхи, Энхе, Горячий нефтяной, Холодный нефтяной, Зарамакентские, Исти-су близ Темергое, Дипсусские, Каякентские, Уйташ, Махачкала, Нефтегорские, Гудермесская скважина, некоторые буровые Ново-Грозненских промыслов. Суммарный дебит их превышает 10 млн. *л/сутки*.

К сожалению, бальнеологическое использование их пока очень ограничено. Так, примерно до 1938 г. на базе этих источников функционировало три курорта — Серноводск, Ачалуки, Брагуны. В Серноводске и Ачалуках, кроме бальнеологических процедур, производился еще розлив минеральной воды для питьевых целей (Дарбан-хи и Ачалуки № 2). В настоящее время работает лишь Серноводский курорт.

Курорт Серноводск находится в 1 *км* от ж.-д. станции одноименного названия у подножия Сунженского хребта. Существует он более 50 лет.

Минеральные источники приурочены к двум балкам — Михайловской (восточной) и Слепцовской (западной), прорезающим песчаники чокрака и карагана.

Основным источником курорта является горячий серный (Михайловский). Вытекает он в верхней части Михайловской балки из мощного крупнозернистого среднечокракского песчаника Σ_7 (XVI пласт по старогрозненской нумерации). Дебит источника упал к 1938 г. с 1 млн. до 400 тыс. *л/сутки*. В последние годы в связи с прекращением эксплуатации этого песчаника на нефтяных промыслах дебит стабилизировался, и суммарный расход естественного выхода и скв. 1, пройденной в 1953 г. Северо-Кавказской экспедицией «Геоминвод» (глубина 96,7 *м*), выражается последней цифрой.

Температура воды равна 70° С, содержание в ней сероводорода, определенное нами на месте, колеблется от 26 до 30 *мг/л*. Химический состав ее следующий:

$$M_{3,4}\,\frac{Cl_{,6}\,HCO^3{}_2,\,SO^4{}_8}{(Na+K)_{97}\,Ca_2\,Mg_1}\,.$$

В 1958 г. в 190 *м* южнее скв. 1 пройдена упомянутой организацией наклонная (азимут направления СВ 5°, угол наклона 70°) скв. 102-р глубиной 280 *м*, которая также из песчаника Σ_7 вывела серную горячую воду аналогичного с источником № 1 химического состава. Дебит ее при свободном самоизливе на абсолютной отметке 308 *м* составлял 305 тыс. *л/сутки*, но, как показали опытные работы, она взаимодействует со скв. 1 и естественным выходом горячей серной воды. Скважина переоборудована в эксплуатационную, поставлена на крановый режим и на курорте рассматривается как резервная на серную горячую воду.

В этой же балке расположены следующие мелкие источники, часть которых ранее использовалась в бальнеологических целях: соленый, теплый соленый, «содовый» (Дарбан-хи), горький, железистый. В настоящее время из них используется для розлива и в небольших количествах в лечебно-питьевых целях лишь «содовый» источник, выведен-

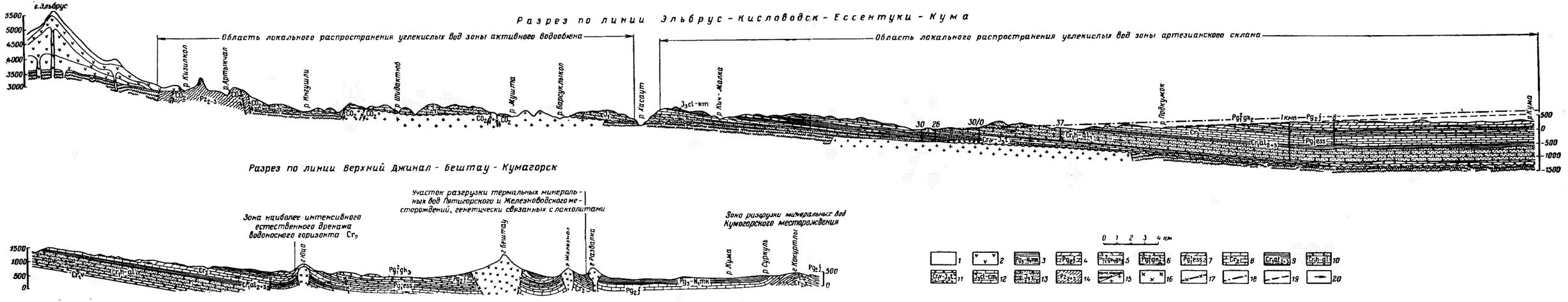


Рис. 32. Гидрогеологические разрезы (Составил Н. А. Григорьев)

1 — ледники; *2* — трещинно-грунтовые слабо минерализованные (общая минерализация менее 0,1 *г/л*) воды гидрокарбонатно-натриево-кальциевого и гидрокарбонатно-кальциево-натриевого состава липаритовых и андезито-дацитовых лав плиоцена — голоцена; *3* — водоупорные глины майкопа; *4* — трещинные, преимущественно сульфатно-хлоридно-натриевые воды, с минерализацией от долей до 12 *г/л* мергелей фораминиферовых слоев, а в зоне погружения — слабонапорные; *5* — водоупорные аргиллиты верхней и нижней пачек свиты Горячего Ключа (водоносные лишь в зонах тектонических нарушений); *6* — порово-трещинные слабонапорные хлоридно-натриевые, высокоминерализованные (до 20 *г/л*) с повышенным содержанием J и Br воды песчаников свиты Горячего Ключа; *7* — трещинные воды мергелей ессентукской свиты гидрокарбонатно-хлоридно-натриевого и хлоридно-гидрокарбонатно-натриевого состава с минерализацией 0,3—1,5 *г/л* в области питания и до 7—8 *г/л* на участках развития дизъюнктивных нарушений в напорной зоне, где они насыщены углекислотой и являются минеральными; *8* — трещинно-пластовые, обильные, в напорной зоне преимущественно самоизливающиеся хлоридно-натриевые воды с минерализацией 1—3 *г/л* в известняках и мергелях верхнего мела. В области активной циркуляции гидрокарбонатно-кальциевые с минерализацией 0,1—0,3 *г/л*. На локальных участках — в зонах распространения дизъюнктивных нарушений глубокого заложения — насыщены углекислотой, имеют гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый состав с минерализацией 5—12 *г/л* (соляно-щелочные воды); *9* — водоупорные глины верхнего и среднего альба; *10* — порово-трещинные воды пестрого химического состава в области питания и преимущественно гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатно-натриевые, самоизливающиеся в напорной зоне с минерализацией 0,3—1,6 *г/л* песчано-глинистой толщи нижнего мела; *11* — трещинно-карстовые обильные воды валанжина-титона преимущественно сульфатного характера с минерализацией 0,6—2 *г/л* в области питания и до 6 *г/л* в напорной зоне. В зонах распространения дизъюнктивных нарушений глубокого заложения насыщены углекислотой (являются минеральными) и имеют различные соотношения ионного состава; *12* — трещинно-карстовые, обильные, преимущественно гидрокарбонатно-кальциево-магниевые и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевые воды с минерализацией 0,4—1,0 *г/л* карбонатной толщи верхней юры; *13* — порово-трещинные пластовые воды преимущественно гидрокарбонатно-кальциево-магниевого состава с минерализацией 0,2—1,0 *г/л* в песчаниках и алевролитах лейаса; *14* — трещинно-грунтовые слабо минерализованные (0,1—0,3 *г/л*) воды пестрого химического состава метаморфизованных терригенных и вулканогенных образований среднего и верхнего палеозоя; *15* — трещинно-грунтовые воды преимущественно гидрокарбонатно-кальциево-магниевого состава с минерализацией 0,1—0,5 *г/л* коры выветривания гранитов и кристаллических сланцев палеозоя. На локальных участках развиты воды, имеющие жильный характер циркуляции и приуроченные к тектоническим трещинам и зонам, с которыми генетически связаны углекислые источники; *16* — предкавказские интрузии трахилипаритов; *17* — разрывные нарушения; *18* — пьезометрический уровень валанжинского водоносного горизонта; *19* — пьезометрический уровень верхнемелового водоносного горизонта; *20* — направление потока

ный из песчаника Σ_2 рядом скважин (21, 64, 80, 80—О, 106), пройденных в период 1932—1959 гг.

Дебит действующих в настоящее время скважин составляет: скв. 80-О — 27 тыс. *л/сутки*, а скв. 106 (по данным кратковременных опытных работ) — 30 тыс. *л/сутки*.

По химическому составу вода упомянутых скважин относится к сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридному типу и поэтому укоренившееся за источником название «содовый» является весьма условным. Его скорее можно назвать глауберово-щелочно-соленым, что видно из следующей формулы Курлова:

$$M_{3,8}\frac{SO^4_{44}\,HCO^3_{33}\,Cl_{22}}{(Na+K)_{9}\,Ca_3\,Mg_4}.$$

В Слепцовской балке ранее были сосредоточены следующие минеральные источники: источник «Соловьевского» песчаника, серносоленый, нижний глауберовый, верхний глауберовый, западный, глауберово-щелочный, серно-щелочный, «Еленинский», соляно-железистый, соленый йодисто-сероводородный.

До 1941 г. использовались для ванн серно-соленый (выведен из песчаника Σ_5) и серно-щелочный (выведен из верхнечокракского песчаника) источники, формулы Курлова для которых имеют следующий вид:

Источник серно-соленый:

$$H_2S_{0,006}\,M_{6,4}\frac{Cl_{69}\,SO^4_{18}\,HCO^3_{13}}{(Na+K)_{94}\,Ca_3\,Mg_3}\,T_{50}.$$

Источник серно-щелочный:

$$H_2S_{0,007}\,M_{2,6}\frac{SO^4_{36}\,HCO^3_{34}\,Cl_{30}}{(Na+K)_{93}\,Mg_4\,Ca_3}\,T_{36}.$$

Остальные источники применялись (хотя и очень ограниченно) в лечебно-питьевых целях. В настоящее время вследствие неудовлетворительного технического состояния эксплуатационных скважин все они или иссякли полностью, или характеризуются ничтожным дебитом. Пройденная в 1949 г. Северо-Кавказской экспедицией «Союзгеоминвод» скв. 101 с целью восстановления серно-соленого источника не решила поставленной перед ней задачи, так как была задана без учета особенностей геологического строения месторождения.

В послевоенный период в г. Махачкале из отложений чокрака и карагана были выведены термальные воды скважинами 27, 46, 77, 160, пройденными с целью изучения нефтеносности упомянутых образований. Вода скв. 160 используется для розлива и известна под названием «Махачкала 160». Скважина расположена на северо-восточной окраине города, конечная глубина ее 2300 *м*. Пробурена она в 1949 г. и в настоящее время переоборудована в эксплуатационную (интервал перфорации 1487—1520 *м*, напор +70 *м*, дебит при свободном самоизливе 1,6 млн. *л/сутки*). Термальная (63° С) вода выведена из карагана. Химический состав ее следующий (Дрэгулеску, Аликберова, 1962):

$$M_{3,6}\frac{SO^4_{53}\,(HCO^3+CO^3)_{28}\,Cl_{19}}{Na_{90}}\,pH_{8,6}.$$

Район Кавказских минеральных вод сложного химического состава

Этот район объединяет ряд наиболее известных курортов Союза, обладающих самыми разнообразными минеральными источниками. Богатство типов минеральной воды, представляющее одну из ценнейших

особенностей этих курортов, является следствием того, что отдельные источники не только в пределах всего района, но даже на территории одного и того же курорта имеют различное происхождение.

Мы рассматриваем эти воды вместе лишь потому, что они связаны между собою территориальной близостью, объединены в хозяйственном отношении и в литературе с давних времен их принято описывать по отдельным месторождениям.

Поскольку району Кавказских Минеральных Вод (КМВ) посвящена огромная литература и объем настоящей главы не позволил бы осветить даже один вопрос — историю изучения его, мы остановимся лишь на краткой характеристике общих гидрогеологических условий этого региона.

В рассматриваемом районе, расположенном уже у подножия Кавказского хребта, преобладает равнинный рельеф. Только к юго-западу от Ессентуков по мере выхода на поверхность верхнемеловых известняков местность принимает характер слегка наклонной к северо-северо-востоку равнины, довольно глубоко прорезаемой водной системой р. Подкумка. В северо-восточной части района равнинный ландшафт нарушается рядом изолированных друг от друга возвышенностей, образованных лакколитами Пятигорья.

Описываемая территория характеризуется двухъярусным геологическим строением. Нижний структурный ярус представлен сильно дислоцированным кристаллическим фундаментом герцинского возраста. К настоящему времени он вскрыт рядом глубоких скважин: Суворовской опорной, 1НВ, 1КМВ, 37 на ст. Подкумок, а также несколькими скважинами в пределах Кисловодского месторождения минеральных вод и в ближайших сопредельных с ним территориях. Верхний структурный ярус представлен осадочными образованиями мезо-кайнозоя, моноклинально залегающими на палеозойском кристаллическом фундаменте.

В тектоническом отношении район Кавказских Минеральных Вод расположен на пересечении двух крупных региональных структур. Одной из них является поперечное Кисловодско-Пятигорское поднятие, осложняющее моноклиналь северного склона Кавказа, и другой — флексурообразный перегиб, проходящий между полого падающей на север упомянутой моноклиналью и Ставропольским поднятием.

В гидрогеологическом отношении описываемый регион относится к асимметричному артезианскому бассейну (артезианскому склону) моноклинали северного склона Кавказа. В строении его принимают участие водоносные комплексы титона, валанжина, песчано-глинистой толщи нижнего мела, карбонатной фации верхнего мела, мергелей ессентукской (эльбурганской) свиты, песчаников свиты Горячего Ключа, мергельной толщи эоцена, мергелей среднего хадума, песчаников и песков среднего майкопа. Самыми водообильными из них являются валанжин-титонский и верхнемеловой водоносные горизонты (рис 32).

В прилакколитовой части рассматриваемой территории интрузивные тела приподняли вокруг себя и разорвали полого падающие на северо-восток осадочные образования мезо-кайнозоя, вследствие чего на лакколитах выступают на дневную поверхность более древние осадки до верхнего мела и альба (г. Бештау) включительно, которые нормально должны залегать на глубине 1000—1500 *м*. При этом дроблению подверглись не только окружающие осадочные породы, но и сами трахилипариты, которые при остывании и последующих тектонических движениях приобрели значительную трещиноватость.

Глубинные газы и воды по разрывным нарушениям глубокого заложения поднимаются на поверхность из всех вышеперечисленных прорванных интрузивами артезианских горизонтов, область питания которых находится в более возвышенной части Кавказского хребта. Поэтому связанные с лакколитами источники обычно несут смешанную воду всех упомянутых горизонтов и известное различие химического состава их обусловлено различным количественным соотношением последних.

Углекислота, являющаяся доминирующим компонентом в составе спонтанных и растворенных газов, приурочена к тектоническим нарушениям в палеозойском основании и генетически связана с поствулканическими процессами. Наибольшее развитие подобные нарушения должны получить в сводовой части Кисловодско-Пятигорского поперечного поднятия, что примерно и соответствует пространственному положению локализации установленных к настоящему времени зон минеральных вод *. Свободная углекислота активизирует процессы выщелачивания пород и имеет важнейшее значение в формировании солевого состава их. В результате катионного обмена между породами и циркулирующими в них водами ионы натрия и магния переходят в раствор, а кальций адсорбируется породами. Этим в значительной степени обусловлено невысокое содержание в минеральных водах района иона кальция.

Естественная разгрузка их в настоящее время приурочена всего лишь к нескольким лакколитам. К числу таковых относятся горы Машук, Железная, Кокуртлы, где интрузивными телами прорываются все водоносные комплексы мезозоя и большей части кайнозоя, вследствие чего воды под действием гидростатического напора по разрывным нарушениям поднимаются на дневную поверхность. Буровыми скважинами они выведены не только на лакколитах, но и в межлакколитных пространствах, а также на участках, сравнительно удаленных от молодых интрузий.

Остановимся кратко на характеристике месторождений района.

Курорт Кисловодск. Район Кисловодска мы считаем продолжением первого гидрогеохимического района, к которому он непосредственно примыкает. Холодные, сравнительно слабо минерализованные углекислые источники Кисловодска имеют наибольшее сходство с водами первого района. Вместе с тем следует отметить, что углекислые воды Кисловодского месторождения формируются не в кристаллических породах, а главным образом в гипсоносной терригенно-карбонатной толще титона и известняках валанжина, вследствие чего в них содержится большое количество сульфатов и щелочных земель.

При этом вода, выведенная непосредственно из образований титона, отличается повышенным содержанием кальция и сульфатов (Сульфатный нарзан).

К числу эксплуатирующихся источников курорта относятся: Нарзан, Доломитный Нарзан, Сульфатный Нарзан, источник Буровая 12, источники Буровых 5/0, 5/0-бис, 23.

Из титона выведены: сульфатный нарзан (скв. 8), источник Буровая 23, а из валанжина — все вышеуказанные остальные.

---

* По вопросу происхождения минеральных источников КМВ существует много точек зрения.

Мы не останавливается на рассмотрении их и приводим соображения, основанные на результатах последних региональных исследований и глубокого разведочного и опорного бурения

Основные эксплуатирующиеся источники взаимодействуют между собой. Поэтому увеличение выпуска воды в одном из них влечет изменение режима (в том числе и химического состава) в другом. В связи с этим возникла необходимость проведения длительных гидрогеологических работ с целью определения оптимальных условий эксплуатации месторождения. После проведения таковых А. А. Иовдальским, Д. М. Новичихиным и И. И. Володкевичем (1956) ГКЗ были утверждены (по состоянию на 15 марта 1956 г.) эксплуатационные запасы месторождения (табл. 55) в следующих количествах (в тыс. *л/сутки*).

Таблица 55

Эксплуатационные запасы Кисловодского месторождения минеральных вод

Водоносный горизонт	Категория запасов			Содержание CO_2 (свобод.), *г/л*	Опорные водопункты, вошедшие в обоснование эксплуатационных запасов
	A_1	A_2	C_2		
Титонский	35	—	100	—	Сульфатный нарзан, скв. 23
Нижневаланжинский подгоризонт	95	430	—	2,0—2,6	Доломитный нарзан, скв. 12 и 5—0
Верхневаланжинский подгоризонт	—	1000	—	0,6—0,8	Нарзан, скв. 5—0-бис

Химический состав рассматриваемых вод приведен в табл. 57.

Содержание в воде свободной углекислоты колеблется в пределах 0,5—3,1 *г/л*. В источниках с неустойчивым режимом (см. выше приведенную таблицу) в значительной степени изменяется также общая минерализация и санитарно-бактериологическое состояние ее. Содержание свободной углекислоты в Старом Нарзане понизилось и в настоящее время составляет 0,6—0,7 *г/л*.

В настоящее время после проведения разведочных работ забор воды на курорте стал производиться рассредоточенно главным образом с помощью буровых скважин, расположенных в напорной зоне месторождения. Это позволило рационально регулировать его режим.

В районе Кисловодска имеется *Березовское* месторождение углекислых вод, издавна привлекавшее внимание исследователей, как возможный резерв для развития этого курорта. Источники выходят двумя группами из титона в верховьях реки одноименного названия.

Гидрогеологическое изучение их, сопровождаемое поисково-разведочным бурением, крупномасштабным гидрогеологическим картированием и геофизическими методами исследований было начато в 1928 г. и с некоторыми перерывами продолжалось до 1960 г. включительно. В 1957—1960 гг. Северо-Кавказской экспедицией «Геоминвод» были проведены разведочные работы с целью определения эксплуатационных запасов месторождения, в связи с проектированием нарзанопровода на Кисловодский курорт. Изыскания проводились на площади около 10 *км*^{2} в долине р. Березовки от юго-западной окраины Кисловодска до истоков этой реки.

За весь период разведочных работ на этой площади пробурено 76 скважин глубиной от нескольких до 218 *м*. В самые последние годы пробурено 10 наиболее глубоких скважин (75—218 *м*), расположенных в долине реки (по направлению от нижней группы источников к г. Кисловодску) на расстоянии от 130—200 *м* до 4,5 *км* друг от

друга. Проведены опытные гидрогеологические работы, в том числе групповые опытно-эксплуатационные откачки на Нижнем Березовском участке. Все скважины врезались в палеозойский кристаллический фундамент.

Углекислые минеральные воды вскрыты скважинами в образованиях титона. Движение их, как установлено разведочными работами (Иовдальский, Новичихин, 1961), происходит в соответствии с падением пород с юго-запада на северо-восток (абсолютные отметки уровней воды в скважинах на Верхнем Березовском участке 1240—1230 *м*, на Нижнем 1136—1088 *м*, в районе г. Кисловодска 896—819 *м*). Опытными гидрогеологическими работами установлено также, что эксплуатационные скважины 2-НБ и 3-ОП-4 не взаимодействуют и не оказывают влияния на режим Кисловодского месторождения минеральных вод. Другие же разведочные скважины взаимодействуют между собой. При усиленной эксплуатации месторождения происходит опреснение минеральных вод *.

Эксплуатационные запасы углекислых минеральных вод месторождения, подсчитанные А. А. Иовдальским и Д. М. Новичихиным по состоянию на 1/VI 1960 г., утверждены ГКЗ по промышленным категориям (табл. 56) в следующих количествах (в тыс. *л/сутки*).

Таблица 56

Эксплуатационные запасы Березовского месторождения минеральных вод

Категории запасов		Содержание в воде CO_2 (свобод.), *г/л*	Опорные скважины, обоснов. запасы
А	C_1		
200	50	1,6	№ 2-НБ
50	—	1,0	№ 3-ОП-4

Химический состав воды эксплуатационных скважин приведен в табл. 58. Особо следует отметить высокое ($2{,}6 \cdot 10^{-11}$—$7{,}8 \cdot 10^{-11}$ *г/л*) содержание радия в источниках верхней группы.

Поисково-разведочным бурением 1959 г. Северо-Кавказского геологического управления в южной части КМВ выявлены новые участки распространения углекислых вод — Подкумский и Кумский.

На Подкумском участке, согласно данным И. Л. Лумельского (1961), углекислая вода сульфатно-гидрокарбонатного характера с минерализацией 5,3—6,7 *г/л* и содержанием свободной углекислоты 1,9—2,6 *г/л* выведена из титон-палеозойских образований скважинами 21, 22, 32, 37, 51. Результаты опытных гидрогеологических исследований, проведенных на этом створе, сведены нами в табл. 58

После завершения опытных работ ГКЗ 2/III 1963 г. были утверждены эксплуатационные запасы минеральных вод по этому участку по категории А в количестве 95 тыс. *л/сутки* (в обоснование запасов вошли скважины 32 и 22). Рекомендованы они для лечебного питья.

* При подсчете эксплуатационных запасов месторождения А. А. Иовдальским и Д. М. Новичихиным (1961) было принято содержание в воде свободной углекислоты 1,25 *г/л*. Такая концентрация ее ГКЗ при утверждении запасов была признана необоснованной и принята равной 1 *г/л*.

На Кумском участке, расположенном в южных окрестностях сел. Красно-Восточное, Северо-Кавказским геологическим управлением пройдены скважины 44, 46, 53, 47, 48, 54, глубиной 162—270 *м*. Все они вывели углекислую воду с различным расходом и в значительной степени различного химического состава, что видно из сводной табл. 59.

Рассматриваемые воды характеризуются высоким содержанием сульфатов и повышенной минерализацней и концентрацией свободной углекислоты. Сочетание остальных ионов в воде каждой скважины в значительной степени варьирует. Это обусловлено тем, что опробованные водоносные интервалы относятся не к одному водоносному горизонту, а к нескольким и в зависимости от количественного соотношения их мы имеем тот или иной химический состав. В частности, содержание сульфатов в них находится в прямой зависимости от количества вод, поступающих из титонского водоносного комплекса, характеризующихся сульфатно-кальциевым составом. Напротив, если в водах опробоваемого интервала будут доминировать воды карбонатных образований кимериджа и верхнего валанжина, содержание сульфатов в них резко уменьшается.

Эксплуатационные запасы по Кумскому участку, утвержденные ГКЗ 2/III 1963 г., выражаются: для северной части его по категорин А 1123 тыс. *л/сутки*, а для южной по категории С 1226 тыс. *л/сутки*. Категория А обосновывается результатами опытных работ по скважинам 44 и 54, а категория С — данными скважин 18 и 96. Воды рекомендуются для ванн и питья.

Для северной части рассматриваемого участка по категории А впервые в отечественной практике утверждены запасы свободно выделяющегося углекислого газа в количестве 4,4 $м^3/м^3$ воды.

Заканчивая характеристику гидроминеральных ресурсов южной части региона, следует упомянуть *о скв. 40 Малкинского створа*. Эта скважина вскрыла минеральную воду в интервале 279—461,5 *м* в отложениях юры и в коре выветривания палеозоя. Дебит ее при свободном самоизливе 146 тыс. *л/сутки*, удельный дебит 23 тыс. *л/сутки*, напор +10 *м*. Температура воды на устье скважины 14° С, химический состав ее следующий:

$$CO^2_{2,17}\, M_{4,7}\, \frac{HCO^3_{71}\, Cl_{19}\, SO^4_{10}}{(Na+K)_{94}\, Mg_4\, Ca_2}\,.$$

Ессентукский курорт. Как уже отмечалось, Ессентукские соляно-щелочные источники являются одним из наиболее северных проявлений вод второго гидрогеохимического района, на описании которого мы останавливались выше.

Здесь мы лишь отметим, что сильно насыщенные углекислотой воды глубокой циркуляции поднимаются на поверхность по разрывным нарушениям преимущественно северо-восточного простирания из метаморфической толщи палеозоя. В напорной зоне они разбавляются водами вышеуказанных водоносных комплексов мезозоя, вследствие чего общая минерализация их в значительной степени варьирует.

Поисково-разведочное и опорное бурение показало, что распространение их как в пределах центральной части месторождения, так и на флангах его контролируется дизъюнктивной тектоникой и, таким образом, структурный контроль приобрел важное поисковое значение.

На курорте имеются следующие типы вод:

1. Углекисло-соляно-щелочные источники (углекисло-гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые) с минерализацией 6—12 *г/л* и содержанием свободной углекислоты до 2 *г/л*. Воды бессульфатные или с незначи-

Таблица 57

Химический состав минеральных вод Кислонодского и Березовского месторождений

Источник	Сумма твердых составных частей, г/л	Сухой остаток, г/л	Содержание ионов (числитель — в г/л; знаменатель — в %-экв)									
			H_2SiO_3	HBO_2	CO_2 своб.	K^+	Na^+	Mg^{++}	Ca^{++}	Sr^{++}	Fe^{++}	Mn^{++}
Нарзан (каптажный колодец)	1,376	1,344	—	—	1,188		0,023 / 4,83	0,061 / 24,43	0,296 / 70,74			
Доломитный нарзан	3,9088	2,968	0,0119		1,930	0,0263 / 1,27	0,2753 / 22,66	0,1251 / 19,49	0,5897 / 55,75	0,0116 / 0,50	0,0045 / 0,31	0,0004 / —
Сульфатный нарзан	5,0867	4,0260	0,050	—	1,790	0,0095 / 0,36	0,1837 / 11,72	0,2537 / 30,62	0,7569 / 56,07	0,0090 / 0,30	0,0177 / 0,93	0,0008 / —
Источник Буровая 12	4,135	3,170	0,0269	0,0062	2,130	— / —	0,340 / 25,53	0,115 / 16,50	0,660 / 57,62	—	—	—
Источник Буровая 23	2,6321	2,010	—	—	1,511	0,014 / 1,00	0,087 / 10,58	0,110 / 26,27	0,453 / 63,15	—	—	—
Эксплуатац. скв. 2-НБ (Березовка)	3,419	2,980	—	—	2,611	— / —	0,236 / 19,96	0,156 / 24,91	0,569 / 55,13	—	—	—
Эксплуатац. скв. 3-ОП-4 (Березовка)	3,053	2,720	—	—	1,261	—	0,131 / 13,40	0,165 / 31,95	0,465 / 54,64	—	—	—
Скв. 1-ВБ (Верх. Березовка)	1,194	0,980	—	—	0,937	—	0,050 / 13,12	0,068 / 34,64	0,184 / 55,24	—	—	—

Источник	Содержание ионов (числитель — в г/л; знаменатель — в % экв)									Время опробования, автор	Аналитик
	Zn^{++}	Cl^{-}	Br^{-}	J^{-}	F^{-}	SO_4^{--}	HCO_3^{-}	$HAsO_4^{-}$	HPO_4^{-}		
Нарзан (каптажный колодец)		0,068				0,380 / 38,53	0,653 / 52,13	—	—	8/VIII 1953 г., А. А. Новдальский	А. Д. Гуревич
Доломитный нарзан	0,0001 / —	0,2578 / 13,78	0,00116 / —	0,00008 / —	0,00074 / —	0,6509 / 25,97	1,9500 / 60,55	0,00002 / —	0,00005 / —	1957 г., И. Я. Пантелеев	—
Сульфатный нарзан	0,0001 / —	0,0254 / 0,85	0,0003 / —	0,00016 / —	0,00049 / —	1,4600 / 44,30	2,260 / 54,85	0,00013 / —	0,00006 / —	1957 г., И. Я. Пантелеев	—
Источник буровая 12	—	0,250 / 12,72	—	—	—	0,711 / 25,80	2,150 / 61,48	—	—	17/VII 1951 г., А. А. Новдальский	В. Н. Сурков
Источник Буровая 23	—	0,147 / 11,58	0,00006 / 0,002	0,00001 / —	—	0,445 / 25,88	1,306 / 62,54	—	—	3/IX 1954 г., А. А. Новдальский	А. Д. Гуревич
Эксплуатац. скв. 2-НБ (Березовка)	—	0,181 / 9,90	—	—	—	0,787 / 31,84	1,830 / 58,26	—	—	4/VIII 1958 г., А. А. Новдальский	Л. В. Георги
Эксплуатац. скв. 3-ОП-4 (Березовка)	—	0,055 / 4,31	—	—	—	0,934 / 45,79	1,293 / 49,90	—	—	1958 г., А. А. Новдальский	Л. В. Георги
Скв. 1-ВБ (Верх. Березовка)	—	0,027 / 4,57	—	—	—	0,379 / 47,47	0,486 / 47,96	—	—	19/VII 1958 г., А. А. Новдальский	Л. В. Георги

Таблица 58

Сводная таблица гидрогеологических данных по скважинам Подкумского участка

Номер скважины	Глубина, м	Водоносный горизонт	Интервал опробования, м	Дебит при свободном самоизливе, тыс. л/сутки	Максимальный уд. дебит, тыс. л/сутки	Напор, м	Температура воды на устье, °С	Формула Кирова
22	363	Титон — палеозой	249—363	490	14,4	+55	17	$CO^2_{2,6}\ M_{6,0}\ \frac{SO^4_{50}HCO^3_{49}Cl_2}{(Na+K)_{38}Ca_{21}Mg_{41}}$
32	339,25	Верхний титон	213—280	546	7,2	+90,8	16	$CO^2_{1,9}\ M_{5,9}\ \frac{SO^4_{55}HCO^3_{42}Cl_2}{Mg_{45}Ca_{35}(Na+K)_{19}}$
		Титон — палеозой	213—339,25	346	10,1	+55	16	$CO^2_{1,9}\ M_{5,3}\ \frac{SO^4_{57}HCO^3_{41}Cl_2}{Mg_{50}Ca_{35}(Na+K)_{25}}$
37	322,3	Титон — палеозой	188—316	31	10,1	+1,2	13	$CO^2_{2,9}\ M_{6,7}\ \frac{SO^4_{57}HCO^3_{35}Cl_8}{(Na+K)_{55}Ca_{35}Mg_{30}}$
51	280,1	Титон — палеозой	112,42—280,1	92	4,5	+26,8	6	$CO^2_{2,5}\ M_{6,6}\ \frac{SO^4_{51}HCO^3_{40}Cl_9}{(Na+K)_{49}Ca_{24}Mg_{23}}$

Таблица 59

Сводная таблица гидрогеологических данных по скважинам Кумского участка

Номер скважины	Глубина, м	Водоносный горизонт	Интервал опробования, м	Дебит при свободном самоизлиле, тыс. л/сутки	Макс. удельный дебит, тыс. л/сутки	Напор, м	Температура воды на устье, °С	Формула Курлова
44	270,14	Титон	123–270,1	1057	25,9	+43	14	$CO^2_{2,1}\ M_{5,9}\ \frac{Cl_{67}HCO^3_{26}SO^4_{12}}{(Na+K)_{57}Ca_{26}Mg_{17}}$
46	190,2	Верхний титон	88–130	26	1,4	+30	12	$CO^2_{1,8}\ M_{2,1}\ \frac{HCO^3_{65}SO^4_{26}Cl_{20}}{(Na+K)_{52}Ca_{18}Mg_{14}}$
		Титон – палеозой	130–191,2	518	17,3	+30	13	$CO^2_{2,5}\ M_{6,1}\ \frac{Cl_{50}HCO^3_{35}SO^4_{15}}{(Na+K)_{47}Ca_{36}Mg_{17}}$
47	162	Верхний титон	19–62,2	5,5	0,02	–14	11,6	$CO^2_{3,1}\ M_{1,8}\ \frac{HCO^3_{71}SO^4_{26}Cl_4}{Mg_{51}Ca_{35}(Na+K)_{14}}$
		Кимеридж – оксфорд	60,9–128	133	2,8	–50	11	$CO^2_{2,6}\ M_{5,0}\ \frac{HCO^3_{46}Cl_{32}SO^4_{22}}{Ca_{44}Mg_{25}(Na+K)_{11}}$
		Кимеридж – оксфорд – палеозой	60,9–162	76,8	1,7	+18,7	11	$CO^2_{3,2}\ M_{2,8}\ \frac{HCO^3_{55}SO^4_{25}Cl_{20}}{Ca_{52}Mg_{31}(Na+K)_{16}}$
48	181,75	Нижний титон – палеозой	70–129,6	337	38,2	+11,2	12	$CO^2_{2,49}\ M_{5,2}\ \frac{Cl_{56}HCO^3_{35}SO^4_{24}}{(Na+K)_{45}Ca_{29}Mg_{24}}$
		Палеозой	130–181,75	0,5	–	–	12	$CO^2_{3,7}\ M_{6,9}\ \frac{HCO^3_{52}Cl_{28}SO^4_{18}}{Mg_{53}Ca_{44}(Na+K)_6}$
53	118,6	Нижний титон – палеозой	66,8–118,6	497	32,6	+19	9	$CO^2_{2,5}\ M_{6,4}\ \frac{Cl_{52}HCO^3_{39}SO^4_{18}}{(Na+K)_{45}Ca_{35}Mg_{21}}$
54	207,5	Нижний титон – палеозой	105–207,5	1296	43,2	+40	12	$CO^2_{2,79}\ M_{8,1}\ \frac{Cl_{58}HCO^3_{33}SO^4_{14}}{(Na+K)_{48}Ca_{30}Mg_{22}}$

тельным содержанием сульфатов сильно интерметтируют; выведены неглубокими скважинами из мергелей эльбурганской (ессентукской) свиты и песчаников маастрихта. К этим водам относятся источники типа № 17 (коренная струя, буровая 17, буровая 24, буровая 38) и типа № 4 (бюветы № 1, 2, 3, 4, и буровые 33, 34 и 40).

В настоящее время все они находятся на крановом режиме эксплуатации. Во избежание нарушения режима месторождения с 1949 г. на источники типа № 17 установлен лимит для эксплуатации в 14 тыс. *л/сутки*, а типа Ессентуки № 4 — 9 тыс. *л/сутки*. Помимо упомянутых, на курорте имеется еще группа источников этого же типа, но опреснившихся. В настоящее время они не используются в бальнеологических целях (№ 17 восточная струя, № 17 западная струя, № 19 главный, № 19 боковой).

2. Углекисло-сероводородные соляно-щелочные воды выведены наклонными буровыми скважинами 1 и 2, пробуренными в 1932—1935 гг. Эти скважины, расположенные в лечебном парке, прошли палеоцен, верхний мел и врезались в терригенные образования нижнего мела. В туроне обе скважины вскрыли мощный поток слабо сероводородных гидрокарбонатно-натриевых вод с минерализацией около 1 *г/л* и содержанием свободной углекислоты всего лишь 0,5 *г/л*. Дебит их в первоначальный период составлял: скв. 1 до 1 млн. *л/сутки* и скв. 2 — до 501 тыс. *л/сутки*. С течением времени общая минерализация, содержание свободной углекислоты постепенно возрастали. В настоящее время содержание в воде скв. 1 свободной углекислоты и общая минерализация приближаются к таковым источника № 4. Во избежание отрицательного влияния скважин 1 и 2 на режим вышеупомянутых питьевых источников, с которыми они взаимодействуют, расход их искусственно ограничен (эксплуатируются они на крановом режиме).

Химический состав скв. 1 приведен в табл. 62.

3. Серно-щелочные воды с минерализацией 2—4 *г/л*. Они приурочены к древним аллювиальным образованиям, залегающим на мергелях палеоцена (ессентукской свиты). На условиях формирования этих вод мы останавливались при рассмотрении седьмого гидрогеохимического района. Вследствие близости описываемых источников к выходам углекисло-соляно-щелочных вод к ним подмешиваются углекислые воды глубокой циркуляции. Это, естественно, отражается на их химическом составе. В частности, содержание в рассматриваемых источниках свободной углекислоты составляет лишь 0,4 *г/л*, что не характерно для подобных вод, циркулирующих за пределами рассматриваемого месторождения. К числу источников этого типа относятся Гаазо-Пономаревский и Буровая 505. Дебит первого составляет 96 тыс. *л/сутки*, второго до 100 тыс. *л/сутки*. Эти источники используются для ванн. Источник № 20 имеет сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-магниевый состав. Дебит его колеблется от 200 до 250 тыс. *л/сутки*. Источник применяется для питья и ванн.

В 10 *км* к северо-востоку от центральной части этого месторождения в последние годы был выявлен новый *Ново-Благодарненский* участок распространения углекислых соляно-щелочных вод типа Ессентуки № 17 и № 4. Здесь в 1953 г. Минераловодской геолого-структурной партией Первого Главного геологоразведочного управления Министерства геологии и охраны недр был пробурен створ гидрогеологических скважин, расположенных между селениями Винсады и Ново-Благодарное, на расстоянии 1—1,5 *км* друг от друга. Этот створ, состоящий из 6 скважин глубиной от 601 до 1003 *м*, заложен вкрест

простирания дизъюнктивных нарушений северо-восточного простирания, которыми, как мы уже отмечали выше, генетически связаны зоны распространения углекислых минеральных вод. Все они вскрыли третичный, верхнемеловой, а одна из них (скв. 8) и нижнемеловой водоносные горизонты. Минеральная же вода упомянутого типа выведена лишь двумя скважинами: 8 и 1-бис.

В том же 1953 г. Северо-Кавказской экспедицией «Союзгеоминвод» Министерства здравоохранения СССР, проводившей разведку этой зоны, пробурена скв. 46, вскрывшая также соляно-щелочную воду типа Ессентуки № 17 с большим расходом. В последующие годы этой же экспедицией был пробурен еще ряд поисково-разведочных скважин, часть которых (47, 48, 49, 50, 52) также вывела воды примерно того же состава.

Приводим основные гидрогеологические данные по скважинам Ново-Благодарненского участка, по которым получены наиболее важные в практическом отношении результаты (табл. 60).

Таблица 60

Гидрогеологические данные по скважинам Ново-Благодарненского участка

Номер скважины	Глубина, *м*	Водоносный горизонт	Интервал опробования, *м*	Дебит при свободном самоизливе, тыс. *л/сутки*	Максим. удельный дебит, тыс. *л/сутки*	Напор, *м*	Абс. отм. пьезом. уровня, *м*	Температура на устье, °С	Формула Курлова
1-бис	800	Верхний мел	532,2—767	423	7,2	+103	652,9	37	$CO^2_{1,7}M_{12,5}\frac{Cl_{53}HCO^3_{47}}{(Na+K)_{96}}$
8	1003	То же	527—809	270	7,8	+52	647,1	33	$CO^2_{1,1}M_{7}\frac{HCO^3_{56}Cl_{44}}{(Na+K)_{96}}$
46			551,4—666	1400		+68	651,13	36,6	$CO^2_{2,2}M_{11,5}\frac{HCO^3_{60}Cl_{40}}{Na_{91}}$
49	825,1	»	385—812	1468	64,8	+91	658,08	49	$CO^2_{1,4}M_{7,3}\frac{HCO^3_{60}Cl_{40}}{(Na+K)_{95}}$
52	903,7	»	454—688	500	2,7	+142	640,18	42	$CO^2_{0,6}M_{8,5}\frac{HCO^3_{60}Cl_{40}}{(Na+K)_{96}}$

Эксплуатационные запасы месторождения (табл. 61) утверждены ГКЗ в следующих количествах (в тыс. *л/сутки*):

В 3 *км* к северо-востоку от г. Ессентуки в 1956 г. пройдена опорная гидрогеологическая скв. 1, вскрывшая в валанжин-титоне воду углекисло-гидрокарбонатно-натриево-кальциевого состава с минерализацией 7—8 *г/л*, которая по трубопроводу (самотеком) проведена на Ессентукский курорт для бальнеологического использования. Эта скважина прошла образования кайнозоя, верхнего и нижнего мела, титона, кимериджа и на глубине 1458 *м* врезалась в порфировые диориты с аплитами и пегматитами. Дебит скважины при свободном самоизливе (интервал опробования 1351,8—1426,6 *м*) 1—1,56 млн. *л/сутки*,

Таблица 61

Эксплуатационные запасы Ессентукского месторождения минеральных вод

Воды	Категория запасов				Опорные водопункты, вошедшие в обоснование эксплуатационных запасов
	A_1	A_2	B	C_1	
Углекисло-соляно-щелочные типа Ессентуки № 17, в песчаниках маастрихта и в мергелях ессентукской свиты	3	12	—	—	Источник № 17 коренная струя и буровая № 24
Углекисло-соляно-щелочные типа Ессентуки № 4, в песчаниках маастрихта и ессентукской свиты	5,3	7,7	—	—	Источник № 4 бюветы II, III и IV, буровые скважины № 34, 40, 41
Сероводородные соляно-щелочные, в известняках верхнего мела	200	—	100	200	Буровые скважины № 7, 2
	По Ново-Благодарненскому участку				
Углекисло-соляно-щелочные типа Ессентуки № 17, в известняках верхнего мела		150	100	600	Буровые скважины № 46, 48, 1-бис
Углекисло-соляно-щелочные типа Ессентуки № 4, в песчаниках маастрихта и известняках верхнего мела	—	—	50	200	Буровые скважины № 46, 49, 50
Хлоридно-натриевые, в песчаниках свиты Горячего Ключа и в мергелях ессентукской свиты	—	—	—	500	

средний удельный дебит 25 тыс. *л/сутки*. Напор +160 *м*, абсолютная отметка пьезометрического уровня 827 *м*. Скважина интерметтировала. Спонтанные и растворенные газы на 99% представлены углекислотой. Газовый фактор, определенный с помощью газоотделителя на устье скважины, по последним измерениям С. А. Шагоянца, равнялся 18—19. Температура воды на устье скважины составляла 50°С, а на глубине 730 *м* 64°С. Химический состав воды приведен в табл. 62.

По химическому составу вода опорной Минераловодской гидрогеологической скважины приближается к известным в бальнеологии углекисло-щелочно-глауберовым термам Карловых Вар.

В 1959—1962 гг. по проекту Н. С. Погорельского Северо-Кавказским геологическим управлением был пробурен Суворовский створ гидрогеологических скважин (1, 7, 9, 10 и 11). Этими скважинами из песчаников альба выведена термальная высоконапорная (до 321 *м* выше устья) гидрокарбонатно-сульфатно-натриевая вода, с минерализацией 0,6 *г/л* и дебитом до 1,5 млн. *л/сутки* (скв. 1), которая, по-видимому, может представлять интерес в бальнеологическом отношении.

Курорт Пятигорск. На этом курорте имеется до 34 каптированных минеральных источников, из которых эксплуатируются 23. Кроме того, здесь выходит 24 естественных радоновых источника (именуемых «дикими»), которые также пока не используются в бальнеологических целях. Все они гидродинамически связаны между собой и в генетическом отношении являются производными углекисло-сероводородной воды глубокой циркуляции, поднимающейся по разрывным нарушениям.

Источники рассматриваемого месторождения весьма подробно описаны в многочисленных работах и особенно обстоятельно в недавно составленных монографиях И. И. Володкевича (1956) и Ф. А. Макаренко (1954 г.).

Здесь мы лишь отметим, что по химическому составу воды и газа на месторождении принято выделять следующие типы вод: 1) углекисло-сероводородные; 2) углекисло-бессероводородные; 3) радоновые; 4) соляно-щелочные; 5) горькие.

К первой группе относят источники, обладающие наиболее высокой температурой (43,5—49,5° С) — Народный, Лермонтовский № 1, Лермонтовский № 2, Наклонная буровая, Буровая 16. Суммарный дебит их 1,57 млн. *л/сутки*. К этой же группе принадлежат и теплые источники (температура 20—30° С) — Пироговский внутренний, Пироговский наружный, Пироговская штольня, Академический наружный, Провал-озеро. Суммарный дебит их 14 тыс. *л/сутки*. Наконец, к водам первой группы относят источник Буровая 11 (дебит 16 тыс. *л/сутки*, температура 18° С).

По химическому составу воды этих источников отличаются между собой лишь по степени общей минерализации, изменяющейся от 3,9 до 4,3 *г/л*. Соотношение в них ионов колеблется (в процент-эквивалентах): Na 60—62; Ca 30—32; Mg 7—7,5; Cl 37,5—39,5; SO_4 23—26; HCO_3 34—39, что видно из табл. 64.

Содержание в водах этой группы сероводорода 9—11 *мг/л*, а свободной углекислоты 0,7—0,9 *г/л*. Характерной особенностью их является повышенная радиеносность (одиннадцатая степень).

Ко второй группе (углекисло-бессероводородных) источников относятся: теплые нарзаны Буровых 7, 4, 24 (температура 28—33,1° С), источники Буровых 10 и 1 (температура 15,7—26° С) и два Красноармейских (железистых) источника. Суммарный их дебит составляет 34,8 тыс. *л/сутки*.

По ионному составу они весьма незначительно отличаются от вод предыдущей группы. Главная особенность рассматриваемых вод в физико-химическом отношении состоит в том, что они практически не содержат сероводорода, но зато концентрация в них свободной углекислоты достигает 1,2—1,8 *г/л*. Кроме того, некоторые из этих источников, как, например, «железистые» ранее характеризовались высоким (20—40 *мг/л*) содержанием двухвалентного железа. В настоящее же время концентрация его не превышает таковой в остальных источниках курорта.

Третья группа представлена радоновыми водами. К ней относятся источники: Теплосерные № 1, № 2, № 3, Радиоштольня 2, Академический внутренний, Академический буровая 2, Академический буровая 4, Академический буровая 6, Академический буровая 8, Академический буровая 10. Суммарный дебит их 563,8 тыс. *л/сутки*. Эти воды характеризуются высокой концентрацией радона (от нескольких десятков до 800 ед. Махе), что является важнейшей особенностью их физико-химического состава. Образование радона связывается с эманирую-

Таблица 62

Химический состав минеральных вод основных эксплуатирующихся источников и некоторых разведочных скважин Ессентукского месторождения

Источник	Сумма твердых составных частей, г/л	Сухой остаток, г/л	Содержание ионов (числитель — в мг/л; знаменатель — в % -экв)										
			H_2SiO_3	HBO_2	CO_2 своб.	H_2S своб.	Li^+	NH_4^+	K^+	Na^+	Mg^{++}	Ca^{++}	Fe^{++}
Источник № 17 (коренная струя)	11,7907	8,729	0,0260		1,7938				0,0159 / 0,24	3,3788 / 91,77	0,0752 / 3,86	0,1357 / 4,23	0,0046 / —
Источник Буровая 17	12,7832	9,746	—	—	2,0665	—	—	—	—	3,6798 / 91,93	0,0771 / 3,64	0,1500 / 4,31	0,0056 / 0,12
Источник № 18	11,2922	8,3960	—	—	1,96	—	—	—	—	3,2122 / 91,57	0,0718 / 4,03	0,1308 / 4,29	0,0045 / 0,11
Источник № 4	8,6406	6,3990	—	—	1,706	—	—	—	—	2,4060 / 88,48	0,0701 / 4,88	0,1538 / 6,51	0,0045 / 0,13
Источник Буровая 1	6,3819	4,7620	—	—	1,29	—	—	—	—	1,7613 / 87,29	0,0490 / 4,59	0,1423 / 8,12	—
Гаазо-Пономаревский	2,3885	2,2280	—	—	0,2952	0,0012	—	—	—	0,1714 / 52,04	0,0806 / 18,89	0,2192 / 29,07	—
Источник Буровая 505	3,0300	2,4880	—	—	0,4920	0,0037	—	—	—	0,5405 / 56,29	0,0748 / 14,57	0,2461 / 29,14	—
1 опорная КМВ	7,9398	5,9700	0,0369	0,0178	—	—	0,0020 / 0,26	Нет	0,0294 / 0,08	1,0413 / 41,26	0,1930 / 14,46	0,9365 / 42,59	0,0210 / 0,68
Скважина 1-бис	13,441	10,260	—	—	—	—	—	0,0005 / 0,01	0,0014 / 0,01	4,0030 / 93,67	0,0755 / 3,34	0,1099 / 2,95	Следы / —
Скважина 46	12,8596	9,651	0,0403	—	2,3078	—	—	—	0,0244 / 0,25	3,7327 / 92,56	0,0995 / 4,20	0,1017 / 2,89	0,0018 / —
Скважина 8	7,2903	5,5720	—	—	—	—	—	0,0060 / 0,33	0,0034 / 0,08	2,2096 / 95,01	0,0269 / 2,19	0,0163 / 0,80	0,0002 / —

Продолж. табл 62

Источник	Содержание ионов (числитель—в *мг/л*, знаменатель—в %-экв)											Время опробования автор	Аналитик
	Mn	Zn	Sr	Cl	Br	J	F'	SO_4''	HCO_3	$HAsO_4$	HPO_4''		
Источник № 17 (коренная струя)	0,0001 / —	0,0001 / —	—	2,2640 / 39,84	0,0082 / —	0,0018 / —	0,0008 / —	0,0074 / 0,10	5,8726 / 60,06	—	—	1962 г, И Я Пантелеев	
Источник Буровая 17	—	—	—	2,4227 / 39,26	—	—	—	Следы / —	6,4480 / 60,74	—	—	19/III 1964 г	В М Слепых
Источник № 18	—	—	—	1,9884 / 36,79	—	—	—	Следы	5,8815 / 63,21	—	—	19/III 1964 г	В М Слепых
Источник № 4	—	—	—	1,6742 / 39,94	—	—	—	Следы	4,3320 / 60,06	—	—	19/III 1964 г	В М Слепых
Источник Буровая 1	—	—	—	1,2803 / 41,16	—	—	—	Следы / —	3,1490 / 58,84	—	—	19/III 1964 г	В М Слепых
Гаазо Понома ревский	—	—	—	0,2561 / 19,15	—	—	—	0,7555 / 41,75	0,8997 / 39,10	—	—	19/III 1964 г	В М Слепых
Источник Буровая 505	—	—	—	0,3545 / 23,70	—	—	—	0,5761 / 28,43	1,2329 / 47,87	—	—	19/III 1964 г	В М Слепых
1 опорная КМВ	0,0005 / 0,18	0,0008 / 0,02	0,00006 / —	1,0695 / 27,48	0,0030 / 0,03	0,0021 / 0,01	0,0002 / 0,01	0,9047 / 17,16	3,7007 / 55,28	0,00003 / —	0,0001 / —	8/VII 1955 г, Н А Григорьев	Лаборатория БИ (Пятигорск)
Скважина 1-бис	—	—	—	2,9026 / 44,0	0,0025 / 0,01	0,0090 / 0,03	—	0,0107 / 0,12	6,3265 / 55,81	—	—	30/XI 1953 г, Н А Григорьев	П И Быков
Скважина 46	—	—	—	2,5520 / 41,04	0,0095 / —	0,0020 / —	0,0013 / —	0,0123 / 0,15	6,2920 / 58,81	—	—	1962 г, И Я Пантелеев	
Скважина 8	0,00003 / —	—	—	1,5708 / 43,79	0,0125 / 0 15	0,0015 / 0,01	—	0,0699 / 1,44	3,3686 / 54,60	—	—	13/III 1953 г, Н А Григорьев	П И Быков

щими коллекторами в четвертичных образованиях, для которых характерно повышенное содержание радия, выпавшего из восходящих вод в процессе их циркуляции уже в четвертичных образованиях.

Сероводород в водах рассматриваемого типа отсутствует, а свободная углекислота составляет 0,2—0,7 *г/л*. По сравнению с основными источниками они отличаются меньшей общей минерализацией (2—3 *г/л*), хотя соотношение ионного состава остается примерно таким же.

Четвертую группу представляют соляно-щелочные воды, резко отличающиеся по солевому составу от всех остальных источников Пятигорска. К этой группе принадлежат источники буровых 14, 17, 28, 30, химический состав которых близок (но не идентичен) к соляно-щелочной воде «Ессентуки № 17». От последней они отличаются присутствием небольшого количества сульфатов и значительно меньшим содержанием свободной углекислоты (0,5—1,0 *г/л*). Общая минерализация источников этой группы составляет 8,4—8,6 *г/л*, содержание ионов (в процент-эквивалентах) выражается следующими цифрами: Na 95—98; Cl 40—50; HCO_3 41—54; SO_4 8—13; Ca 0,9—2,2; Mg 1,1—3,2. Упомянутые скважины вывели соляно-щелочную воду из песчаников свиты Горячего Ключа. Суммарный дебит их 3400 *л/сутки*.

Наконец, к последней, пятой группе относятся так называемые безгазовые воды, представителями которых являются Верхний и Нижний Кабардинские источники, суточный дебит которых составляет 52 тыс. *л*. По солевому составу эти источники относятся к тому же типу, что и основные, но не содержат газов. Характерна несколько повышенная концентрация радона. Источники каптированы несовершенно и в бальнеологических целях не используются.

В 1955 г. наклонной скв. 19 из песчаников апта была выведена горячая углекислая вода с дебитом до 500 тыс. *л/сутки* и температурой 60° С, используемая для розлива («Пятигорская минеральная вода Машук») и для ванн.

В последние годы на горе Машук Северо-Кавказской экспедицией «Союзгеоминвод» были пройдены две глубокие скважины, впервые вскрывшие интрузив упомянутого криптолакколита.

Скважина 27 была пройдена в 1957—1960 гг. в 700 *м* к северо-востоку от известного места дуэли М. Ю. Лермонтова. Она прошла ессентукскую свиту, верхний и нижний мел и на глубине 1433 *м* вскрыла интрузию трахилипаритов. Небольшие (за исключением верхнего мела) притоки безгазовой воды с минерализацией от 0,8 до 4,8 *г/л* и пестрым химическим составом были вскрыты в ессентукской свите, маастрихте, альб-апте и валанжине. В титоне на глубине 1433 *м* была вскрыта вода хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатно-натриевого состава с минерализацией 12,9 *г/л* и содержанием свободной углекислоты 0,4 *г/л*. Химический состав ее следующий:

$$HBO^2_{0,9}\,CO^2_{0,4}\,M_{12,9}\,\frac{Cl_{72}\,HCO^3_{23}\,SO^4_{15}}{Na_{94}}\,pH_{7,4}.$$

Дебит скважины при понижении пьезометрического уровня на 100 *м* составлял 1,7 тыс. *л/сутки*. Температура воды на забое равнялась 69° С.

В настоящее время по завершении опытных работ скважина затампонирована.

Скважина 33, пройденная в 1961—1963 гг., расположена на северном склоне горы Машук, в 500 *м* к востоку от предыдущей. Она вскрыла тот же разрез, что и скв. 27. Водоносные горизонты встречены в известняках верхнего мела, в альб-апте и валанжине — титоне.

В верхнем мелу вскрыты воды в интервале 136,1—386,2 *м*. Дебит скважины при понижении уровня на 2,9 *м* составил 752,5 тыс. *л/сутки*. Пьезометрический уровень отрицательный (—14 *м*). Химический состав воды следующий:

$$M_{2,5}\frac{HCO^3_{42}\,Cl_{34}}{Na_{60}\,Ca_{27}\,Mg_{13}}.$$

Температура ее на устье скважины равнялась 21° С. В альб-апте водоносный горизонт вскрыт в интервале 430,5—806,7 *м*. При понижении уровня на 27 *м* дебит скважины составлял 206,5 тыс. *л/сутки*. Температура воды на забое 55° С, на устье буровой 32° С. Формула Курлова химического состава ее имеет следующий вид:

$$M_{3,3}\frac{HCO^3_{57}\,Cl_{28}\,SO^4_{15}}{(Na+K)_{89}}.$$

В валанжине — титоне вскрыты самоизливающиеся углекислосероводородные воды (опробован интервал 1037,8—1155,75 *м*) следующего химического состава:

$$CO^2_{0,95}\,H_2S_{0,0054}\,M_{7,4}\frac{Cl_{38}\,HCO^3_{31}\,SO^4_{31}}{Na_{,7}\,Ca_{32}\,Mg_{10}}.$$

Напор этих вод +124,63 *м*. Дебит при свободном самоизливе при кратковременных опытных выпусках 2,3 млн. *л/сутки*. Температура воды на устье буровой 54° С. В настоящее время скважина закрыта.

Суммарный дебит всех каптированных источников Пятигорского курорта составляет 2,254 млн. *л/сутки*. Химический состав этих источников приведен в табл. 63.

Курорт Железноводск. Каптированные минеральные источники рассматриваемого месторождения локализованы в пределах горы Железной. К настоящему времени их здесь насчитывается до 22. Все они выведены сравнительно неглубокими буровыми скважинами, иногда в комбинации со штольнями.

На южном склоне горы находятся источники: Южная буровая 1 (пробурена в 1955 г.), источник № 1; на северном — Владимирский и Кегамовский; на восточном — Славяновский, Смирновские, имени Семашко, Незлобинский, Гаазовский, Завадовский, Нелюбинский, Буровая 54.

Кроме того, в последние годы минеральная вода железноводского типа была выведена рядом структурных скважин, которые во избежание отрицательного влияния на режим месторождения в настоящее время затампонированы (1, 7, 17).

Основой гидроминеральной базы Железноводского курорта являются источники: № 1, Савяновский, имени Семашко, Смирновские, Южная буровая 1, вода которых используется для ванн, питья и розлива. В геологическом отношении все они выведены из аргиллитов и песчаников свиты Горячего Ключа или из мергелей и известняков верхнего мела и ессентукской свиты. Только вода источника № 1 вскрыта непосредственно в вулканогенных образованиях (брекчированные трахилипариты).

Каптированные источники являются однотипными и отличаются друг от друга лишь по степени минерализации и температуре.

В 1955 г. Северо-Кавказской экспедицией «Союзгеоминвод» на юго-восточном склоне горы Железной пробурены скважины 56, 57, 59, 60, 61, 63, 64 с целью поисков соляно-щелочной воды типа «Ессентуки». Из них лишь скважины 57 и 59 врезались в карбонатные образования

Таблица 63

Химический состав основных эксплуатирующихся источников Пятигорского месторождения минеральных вод

Источник	Сумма твердых составных частей, г/л	Сухой остаток, г/л	Содержание ионов (числитель—мг/л; знаменатель—в %-экв)															Время опробования, автор	Аналитик
			H_2SiO_3	HBO_2	K^+	Na^+	Mg^{++}	Ca^{++}	Fe^{++}	Mn^{++}	Zn^{++}	Cu^{++}	Cl^-	Br^-	J^-	SO_4''	HCO_3'		
Лермонтовский	5,3998		0,0089		0,0260 / 0,88	1,0898 / 63,39	0,0310 / 3,41	0,4850 / 32,52	—	0,0005 / —	0,0001 / —	0,0001 / —	1,0570 / 39,79	0,0020 / —	0,0002 / —	0,8560 / 23,81	1,6558 / 36,40	1951 г., И. Я. Пантелеев	
Народный	3,9010	—	—	—	—	0,7790 / 60,3	0,0420 / 6,1	0,3770 / 33,6	—	—	—	—	0,7650 / 38,4	—	—	0,6330 / 23,5	1,3050 / 38,1	8/IV 1964 г., М. Е. Басова	А. Д. Гуревич
Источник Буровая 16	5,194	—	—	—	—	1,0970 / 63,4	0,0610 / 6,7	0,4510 / 29,9	—	—	—	—	1,0830 / 40,6	—	—	0,8310 / 23,0	1,6710 / 36,4	10/III 1964 г., М. Е Басова	В. Савельева
Теплый нарзан (буровая 4)	5,203	—	—	—	—	1,1180 / 64,8	0,0640 / 7,0	0,4150 / 27,6	0,0120 / 0,6	—	—	—	1,0480 / 39,4	—	—	0,838 / 23,2	1,7080 / 37,4	8/IV 1964 г., М. Е. Басова	А. Д. Гуревич
Красноармейский № 1	4,981	—	—	—	—	1,0320 / 62,6	0,0640 / 7,3	0,4260 / 29,7	0,0070 / 0,4	—	—	—	0,9710 / 38,2	—	—	0,8100 / 23,5	1,6710 / 38,3	8/IV 1964 г., М. Е. Басова	А. Д. Гуревич
Теплосерный № 1	2,976	—	—	—	—	0,6490 / 64,2	0,0370 / 6,9	0,2550 / 28,9	—	—	—	—	0,653 / 41,9	—	—	0,6140 / 29,5	0,7640 / 28,6	8/IV 1964 г., М. Е. Басова	А. Д. Гуревич
Радиоштольня	3,199	—	—	—	—	0,7160 / 65,9	0,0410 / 7,2	0,2550 / 26,9	—	—	—	—	0,7220 / 43,1	—	—	0,6480 / 28,6	0,8170 / 28,3	8/IV 1964 г., М. Е. Басова	А. Д. Гуревич
Академический	5,002	—	—	—	—	1,0340 / 62,2	0,0560 / 5,2	0,4720 / 32,6	—	—	—	—	1,0230 / 39,9	—	—	0,8680 / 25,0	1,5490 / 35,1	10/III 1964 г., М. Е. Басова	В. Савельева
Соляно-щелочный (буровая 14)	10,399	—	—	—	—	3,2470 / 94,8	0,0540 / 3,0	0,0650 / 2,2	0,0020 / —	—	—	—	2,6040 / 49,3	—	—	0,6570 / 9,2	3,7700 / 41,5	8/IV 1964 г., М. Е. Басова	А. Д. Гуревич
Источник Буровая 19	6,826	5,801	0,030	—	0,1035 / 2,70	1,4092 / 62,52	0,0847 / 7,11	0,5384 / 27,39	0,0077 / 0,28	0,0006 / —	0,0006 / —	—	1,4635 / 42,11	0,0045 / —	0,0025 / —	1,0444 / 22,18	2,1360 / 35,71	1955 г., И. Я. Пантелеев	
Буровая 33	7,541	—	—	—	—	1,4840 / 58,6	0,1310 / 9,8	0,6980 / 31,6	—	—	—	—	1,4610 / 37,4	—	—	1,6200 / 30,6	2,147 / 32,0	6/IV 1964 г., М. Е. Басова	А. Д. Гуревич

мела (остальные не вышли из палеогена) и вскрыли в них углекислую воду, приближающуюся по химическому составу к основным источникам курорта. Дебит их при свободном самоизливе составлял: скв. 57 (глубина 630 *м*) 200 тыс. *л/сутки*, скв. 59—864 тыс. *л/сутки*, скв. 63—1 тыс. *л/сутки*, скв. 64—10 тыс. *л/сутки*.

Структурная скв. 1, заложенная в седловине между горами Железной и Бештау на абсолютной высоте 654,3 *м*, прошла третичные отложения (начиная с эоцена) и на глубине 1003 *м* вошла в песчано-глинистые образования нижнего мела. Минеральная вода, близкая по составу к Железноводским источникам, вскрыта в песчаниках маастрихта, с дебитом при свободном самоизливе 570 тыс. *л/сутки*.

Наконец, следует упомянуть о скважинах северо-западных 1, 2 и 3, расположенных на северо-западном склоне горы Железной (пробурены Пятигорским бальнеологическим институтом). Скважина северо-западная 1, пройдя песчаники и аргиллиты свиты Горячего Ключа, а также мергели ессентукской свиты, на глубине 153,3 *м* врезалась в известняки верхнего мела. Минеральная вода вскрыта в зонах дробления пород ессентукской свиты и верхнего мела. Дебит скважины при кратковременном свободном самоизливе достигал 900 тыс. *л/сутки*. В настоящее время из нее отбирается 50 тыс. *л/сутки*.

Скважина 2, расположенная в 120 *м* выше по склону горы от предыдущей на абсолютной высоте 662,78 *м*, также дошла до отложений верхнего мела, но притоки углекислых вод оказались незначительными. Наконец, скважина северо-западная 3, заложенная вблизи от двух предыдущих, вскрыла минеральную воду с дебитом 9,8 тыс. *л/сутки* (геологические условия ее аналогичны двум предыдущим).

За пределами горы Железной (и сравнительно на значительном удалении от нее) минеральная вода, близкая по составу к железноводской, впервые была получена в 1956 г. гидрогеологической наблюдательной скв. 2, пробуренной на юго-западном склоне горы Бештау. Минеральная вода приурочена к зоне дробления в песчаниках альба (глубина 983 *м*). Дебит скважины при свободном самоизливе составляет 250 тыс. *л/сутки*, напор +165 *м*, абсолютная отметка пьезометрического уровня 784,8 *м*.

Балансовые эксплуатационные запасы месторождения для бальнеологического и питьевого использования, утвержденные ГКЗ по состоянию на 1/I 1963 г., приведены в табл. 64. Они выражаются в следующих количествах (по категориям, в тыс. *л/сутки*).

Таблица 64

Эксплуатационные запасы Железноводского месторождения минеральных вод

Типы вод	Категории запасов		Минерализация, *г/л*	Содержание CO_2 (свободной), *г/л*	Температура, °С	Источники и скважины, обосновывающие запасы
	А	В				
Углекислые:	920	10	3,0–3,8	0,7—1,4		
а) термальные	829	—	3,0—3,8	0,7—1,4	36—55	Славяновский, Семашко, Смирновские № 1 и 2, Нелюбинский горячий № 1, Южная № 1, 1С-3, 59
б) теплые и холодные	91	10	3,0—3,8	0,7—1,4	15—32	Владимирский, № 18, № 54, 3 С-3, 64, Незлобинский, Газовский, Заводовский, Нелюбинский холодный
Соляно-щелочные	10	—	3,5—5,6	—	10—26	Скважины 56, 61, 63

С помощью глубокой разведки эксплуатационные ресурсы месторождения могут быть увеличены.

По химическому составу рассматриваемые минеральные источники являются углекисло-гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевыми, при минерализации 3—3,5 *г/л*. Содержание в них свободной углекислоты колеблется от 0,5 до 1,5 *г/л*, но чаще оно составляет около 1 *г/л* (табл. 65). Спонтанные и растворенные газы на 80—92% представлены углекислотой. Значения окислительно-восстановительного потенциала, определенные нами на месте выхода их, изменяются от +230 до +250 м. в., что свидетельствует об окислительной обстановке до глубины захвата вод каптажами.

Важнейшей физико-химической особенностью Железноводских источников является высокая их радиеносность. На первом месте по содержанию радия стоят источники: Славяновский, Смирновский № 2 и имени Семашко. Концентрация в них радия составляет $n \cdot 10^{-10}$ *г/л*. Источники № 1, Смирновский № 1, Нелюбинский горячий, № 18 содержат радия $2{,}6—7{,}5 \cdot 10^{-11}$ *г/л*.

Концентрация радона в рассматриваемых водах не превышает 10—17 ед. Махе, а чаще она измеряется всего несколькими единицами Махе. Температура их колеблется от 16 до 55° С.

Кумагорское месторождение минеральных вод находится на северном склоне горы Кокуртлы. В геологическом отношении оно приурочено к криптолакколиту одноименного названия, в строении которого принимают участие третичные, верхнемеловые и вулканогенные образования. Последние впервые были вскрыты скважинами в 1951—1952 гг. на глубинах 250—375 *м*. Как показало крупномасштабное геологическое картирование, широко развитые здесь разрывные нарушения, с частью которых связана естественная разгрузка минеральных вод, имеют северо-восточное, северо-западное и широтное простирания.

Основной источник, на базе которого до недавнего времени функционировал курорт местного значения, выведен в 1915—1916 гг. наклонной скважиной глубиной 39 *м* из зоны дробления мергелей палеоцена.

Дебит его около 300 тыс. *л/сутки*, при температуре воды 32° С и содержании сероводорода 55 *мг/л*.

Химический состав этого источника следующий:

$$H_2 S_{0,55} M_{1,5} \frac{HCO^3{}_{58} Cl_{39} SO^4{}_3}{Na_{90} Mg_9 Ca_1}.$$

Содержание в воде его радия составляет $9 \cdot 10^{-12}$ *г/л*.

Кроме главного источника, в пределах горы Кокуртлы имеется ряд дериватов, в которых восходящие воды глубокой циркуляции в той или иной степени разбавляются пресными грунтовыми водами сульфатного характера. В последние годы в пределах этого криптолакколита скважинами 9 и 11 выведена сероводородная вода того же типа. Дебит этих скважин соответственно составлял 6 тыс. *л/сутки* и 8,6 тыс. *л/сутки*.

Наконец, еще далее к северу от предыдущего месторождения, вблизи ст. Нагутская при поисково-разведочных работах на нефть двумя скважинами из мергелей палеоцена в 1951—1952 гг. выведена самоизливающая соляно-щелочная вода, газирующая главным образом углекислотой и частично метаном, с минерализацией 10—12 *г/л*. По химическому составу вода приближается к источнику № 17 в Ессентуках. Вследствие неудовлетворительного технического состояния в настоящее время вокруг скважин образовались естественные выходы минеральной воды и тампонирование их связано с большими техническими трудностями. А между тем эти скважины в настоящее время стали паразитирующими и ликвидация их — задача первостепенной важности.

Приведенными данными, по существу, и исчерпываются имеющиеся сведения о гидроминеральных ресурсах района Кавказских Минеральных Вод по состоянию на 1964 г.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ ЮЖНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА

В зависимости от особенностей геологического строения на южном склоне Большого Кавказа устанавливается такой же характер зонального распределения различных типов минеральных вод, как и на северном. В нашу задачу не входит описание минеральных вод всей этой огромной территории. Ниже мы остановимся на краткой характеристике лишь двух, сравнительно небольших районов — Сочинского и Краснополянского.

Сочинское месторождение минеральных вод. Рассматриваемое месторождение расположено на северо-западном побережье Черного моря, на территории, лежащей между с. Головинки на северо-западе и г. Гагрой на юго-востоке. На базе его функционирует с 1910 г. крупнейший курорт союзного значения, широко известный не только у нас, но и за рубежом.

Месторождение сравнительно хорошо изучено, особенно участок от Сочи до Хосты. Описанию геологии и гидрогеологии его посвящено значительное количество работ, подробный обзор которых можно найти в сводном геологическом отчете Сочинской гидрогеологической экспедиции АН СССР (1939), а также в монографии В. М. Куканова (1958 г.).

К настоящему времени для площади месторождения составлены крупномасштабные геологическая и гидрогеологическая карты и про-

Таблица 65

Химический состав минеральных вод основных эксплуатирующихся источников и некоторых разведочных скважин Железноводского месторождения

Источник	Сумма твердых составных частей, г/л	Сухой остаток, г/л	Содержание ионов (числитель—г/л, знаменатель—%-экв)												Время опробования, автор	Аналитик
			H_2SiO_3	HBO_2	K	Na	$Mg^{\cdot\cdot}$	Ca	$Fe^{\cdot\cdot}$	Cl	Br	J	SO_4''	HCO_3'		
Источник № 1	2,869	2,318				0,5520/61,78	0,0320/6,82	0,2410/31,03	0,0040/0,37	0,2030/14,76	0,0007/—	0,0001/—	0,6760/36,23	1,1610/49,01	8/I 1963 г., Г И. Уточкина	Лаборатория КНС
Славяновский	3,462	2,900	—	—	—	0,6380/63,05	0,043/7,34	0,2830/29,32	0,0040/0,29	0,2880/16,87	0,0013/—	0,0002/—	0,8680/37,56	1,3380/45,54	6/II 1963 г, Г И Уточкина	Лаборатория КНС
Смирновский №	3,176	2,590				0,6060/61,01	0,0420/7,99	0,2660/30,68	0,004/0,32	0,2400/15,68	—	—	0,7540/36,34	1,2640/47,98	13/III 1963 г, Г И Уточкина	Лаборатория КНС
Южная буровая 1	3,388	2,731	0,0506	0,0046	0,0288/1,6	0,6280/60,4	0,0420/7,6	0,3710/30,0	0,0044/0,4	0,2550/15,9	0,0003/—	0,0001/—	0,7900/36,4	1,3140/47,7	23/X 1961 г, Г И. Уточкина	А Д Гуревич
Источник Буровая 54 (Железноводский «нарзан»)	3,560	2,836	—	—	—	0,6680/60,18	0,0420/7,17	0,3120/32,22	0,0060/0,43	0,2640/15,44	—	—	0,8210/35,41	1,4470/49,15	12/III 1963 г., Г. И. Уточкина	Лаборатория КНС
Источник Северо-западная скв 1	3,415	2,770	0,0629	0,0049	0,0316/1,8	0,654/62,7	0,0420/7,6	0,250/27,5	0,0041/0,4	0,244/15,2	0,0003/—	—	0,8310/38,2	1,290/46,6	23/X 1961 г, Г И Уточкина	А. Д. Гуревич
Разведочная скв 59	3,776	3,008	0,0467	0,0056	0,0312/1,6	0,654/56,2	0,0660/10,7	0,3150/31,1	0,0052/0,4	0,2950/16,4	0,0004/—	0,0001/—	0,8210/33,8	1,537/49,8	23/X 1961 г, Г. И. Уточкина	А Д Гуревич
Разведочная скв. 61	3,495	2,716	—	—	—	1,1050/99,0	0,002/0,41	0,005/0,5	0,0010/0,08	0,797/46,34	—	—	0,012/0,52	1,5730/53,14	11/XII 1962 г., Г И Уточкина	Лаборатория КНС
Разведочная скв. 63	3,771	3,089	0,0188	0,0012	0,0056/0,3	1,1870/97,9	0,0070/1,1	0,060/0,6	0,0026/0,2	0,9560/51,1	0,0058/—	0,0008/—	0,163/6,4	1,364/42,4	23/X 1961 г, Г И. Уточкина	А Д Гуревич
Разведочная скв 64	3,632	2,866	0,0428	0,0048	0,0306/1,6	0,7090/64,3	0,0440/7,6	0,2510/26,2	0,0044/0,3	0,2330/13,7	0,0003/0,1	—	0,779/33,8	1,5330/52,4	23/X 1961 г, Г И. Уточкина	А. Д Гуревич
Северо-западная скв 3	3,676	2,895	0,0312	0,0054	0,0320/1,7	0,7030/62,7	0,0560/9,4	0,2530/25,9	—	0,2330/13,5	0,0003/—	0,0001/—	0,7970/34,0	1,5620/52,5	23/X 1961 г, Г И. Уточкина	А Д Гуревич

изведена разведка его до глубины 2500 *м* Вопреки существовавшим представлениям о бесперспективности разведки глубоких горизонтов месторождения В. М. Кукановым был составлен научно обоснованный проект глубокой разведки его Осуществление этого проекта позволило значительно увеличить эксплуатационные запасы минеральных вод Сочинского курорта и создать собственную гидроминеральную базу в г. Хосте.

Геологические позиции описываемого месторождения, по данным В. М. Куканова, представляются следующим образом. Приурочено оно к Сочи-Адлерской депрессии, обрамленной с севера и востока горными сооружениями, а с юга погружающейся под уровень моря. В строении ее принимают участие терригенные образования, порфириты и туфы нижней и средней юры (мощность 4000—4500 *м*), карбонатные осадки верхней юры и мела (мощность 2500—3000 *м*), а также песчано-глинистые и мергелистые отложения третичной системы Ахунская и Ахтырская антиклинали расчленяют депрессию на две почти равные части — юго-восточную (Адлерскую) и северо-западную (Сочинскую).

Из перечисленного комплекса пород наиболее водоносными являются образования титона и мела, к которым приурочены как минеральные, насыщенные сероводородом, так и пресные воды. Взаимоотношения между ними изучены еще недостаточно.

Согласно исследованиям В. М. Куканова (1958 г.), ориентировочный контур распространения минеральных вод протягивается по изогипсе подошвы титона, соответствующей абсолютной отметке минус 1000. Оконтуренная разведкой площадь развития их составляет 800 *км*^{2}.

Область питания водоносных горизонтов бассейна находится в высокогорной части депрессии. Ахунская и Ахтырская антиклинали, сложенные на поверхности карбонатными породами, являются местными (внутренними) областями питания. К этим же структурам в долинах рек Мацесты и Агуры приурочены и очаги естественной разгрузки минеральных вод. Суммарный расход этих очагов в долинах названных рек составляет 44,7 млн. *л/сутки*.

В процессе разведочных работ, впервые начатых в 1929 г, на месторождении пробурено 46 колонковых скважин глубиной от 43 до 776 *м*

и 5 роторных глубиной от 1507 до 2500 *м*. Большая часть из них расположена на Мацестинском участке вблизи естественных минеральных источников. Минеральные воды вскрыты скважинами на глубинах от 50 до 2048 *м*. Абсолютные отметки пьезометрического уровня лежат в пределах от 26 до 40 *м*.

В верхнеюрских известняках в долинах рек Мацесты и Хосты на глубинах 1500—2500 *м* была вскрыта минеральная вода с дебитом на самоизливе до 5,6 млн. *л/сутки*, содержанием сероводорода до 450 *мг/л* и температурой на устье буровых до 40° С. В этих же образованиях скважинами, пройденными в долине р. Сочи, на глубинах 1900—2000 *м* также были встречены высокоминерализованные воды с содержанием сероводорода до 460 *мг/л*. Максимальные водопритоки были получены в скважинах, расположенных в зоне сопряжения тектонических структур Ахуни и Бытхе.

В настоящее время на Старой Мацесте эксплуатируются скв. II, III, IV и V, выведшие воду из сенонских известняков. Расходы этих скважин при свободном самоизливе, в условиях индивидуальной работы (без поправок на интерференцию), по данным В. М. Куканова (1958), следующие: скв. V—100 тыс. *л/сутки*, скв. IV—250 тыс. *л/сутки*, скважины II и III—400 тыс. *л/сутки* и скв. Т-3—500 тыс. *л/сутки*. Температура воды соответственно составляет 22, 25, 26 и 37° С, а содержание в ней сероводорода колеблется от 100 до 500 *мг/л*.

На Новой Мацесте эксплуатируются пять скважин, дебит которых при самоизливе достигал следующих значений: скважины VI и VII—3 млн. *л/сутки*, скв. Т-2 (600)—800 тыс. *л/сутки*, скважины Т-1 и Т-2—5 млн. *л/сутки*. Содержание в воде сероводорода изменяется от 100 до 450 *мг/л*, а температура ее колеблется от 23 до 39° С.

Эксплуатационные ресурсы рассматриваемого месторождения, утвержденные ГКЗ (табл. 66) по состоянию на 1958 г., выражаются следующими цифрами (в тыс. *л/сутки*).

Таблица 66

Эксплуатационные запасы Сочинского месторождения минеральных вод

Участки	Концентрация H_2S, *мг/л*	Температура, °С	Категории запасов				Номера скважин, вошедших в обоснование подсчета запасов
			A_1	A_2	B	C	
Мацеста	100—245	24—32	1290	100	—	—	II, IV, VI, VII, Т-2, Т-2 (600)
	420—450	30—39	56	2000	1400	—	Т-1, Т-2
Хоста	410	46	—	—	500	1000	Т-1, Т-2

Характерной особенностью режима месторождения является то обстоятельство, что дебит, напор и общая минерализация воды изменяются в прямой зависимости от количества выпадающих атмосферных осадков.

С 1947 г. все эксплуатационные скважины находятся на крановом режиме.

По химическому составу минеральная вода их является однотипной. Однако общая минерализация и содержание в ней сероводорода колеблются в значительных пределах, что обусловлено различной степенью разбавления минеральных вод пресными.

Так, общая минерализация минеральных вод изменяется от 1,8 до 30,4 *г/л*, а содержание в них сероводорода колеблется от 30 до 460 *мг/л*, что видно из табл. 67.

Содержание радия в рассматриваемых водах представлено одиннадцатой и даже десятой степенями, что делает их весьма ценными в бальнеологическом отношении.

Спонтанные газы в них отсутствуют, а растворенные газы представлены преимущественно метаном и углекислотой, содержание которых варьирует от 200 до 500 *см*^{3}/*л*.

Многие вопросы генезиса месторождения продолжают оставаться еще неясными. В свете новых материалов В. М. Куканов (1958 г.) рассматривает его «как своеобразную и необычную водонапорную систему, гидродинамически связанную с пресными водами поверхности и минерализованными водами Черного моря. Эта связь осуществляется (через открытые трещины и карстовые ходы в породах) по принципу сообщающихся сосудов и проявляется в форме интенсивного водообмена, энергетически обусловленного функционирующими очагами естественной разгрузки мацестинской воды».

Краснополянский район углекислых вод сложного химического состава области развития юрских и меловых отложений. Этот район охватывает сравнительно небольшую территорию, относящуюся к верхней части бассейна р. Мзымты. Сосредоточенные в пределах его углекислые минеральные источники непосредственно выходят из образований мезозоя (чаще юрского возраста), хотя генетически они приурочены к разрывным нарушениям глубокого заложения, секущим не только осадочные, но и древние кристаллические породы нижнего структурного яруса. Условия формирования их аналогичны водам первых двух гидрогеохимических провинций, рассмотренных выше Как уже указывалось выше, некоторое отличие от них состоит в том, что формирование вод происходит главным образом в осадочных породах. Вследствие этого они часто приобретают повышенную общую минерализацию по сравнению с водами первого гидрогеохимического района и в зависимости от особенностей литологического состава осадочных пород имеют иногда несколько иное соотношение ионного состава. В частности, в них резко возрастает удельный вес ионов хлора и натрия за счет уменьшения содержания щелочных земель. Некоторые источники обладают повышенным (до 10 *мг/л*) содержанием мышьяка (Чвежипсе).

Осадочные породы в рассматриваемом районе интенсивно дислоцированы. По мнению В. М. Муратова (1946), здесь широко развиты надвиги, к которым часто приурочены естественные выходы углекислых вод. В некоторых случаях пространственное расположение последних контролируется простиранием даек вулканогенных образований.

Минеральные воды Краснополянского района впервые были обследованы М. В. Сергеевым в 1898 г.

Разведочные работы здесь были проведены лишь в 1935 г. (Н. А. Огильви, Пятигорский бальнеологический институт), с помощью которых был увеличен дебит Чвежипсинских источников до 500 тыс. *л/сутки*. В следующем году гидрогеологические исследования на упомянутом месторождении были продолжены Московским геологоразведочным институтом (Н. Ф. Лобанова). После Великой Отечественной войны они были возобновлены (правда, в сравнительно небольших объемах) Северо-Кавказской экспедицией «Союзгеоминвод» и затем Краснодарской экспедицией Северо-Кавказского геологического управления.

Таблица 67

Химический состав эксплуатирующихся источников Сочинского месторождения минеральных вод

Номер скважины	Сумма твердых составных частей г/л	Сухой остаток, г/л	Содержание ионов (числитель — г/л, знаменатель — %-экв)														
			H_2SiO_3	HBO_2	CO_2 своб	H_2S своб.	H_2S общ	S колл	Li	NH_4	K	Na	Mg	Ca	Sr	Ba	Fe
VI	5,7205		0,0120		0,0691	0,0603	0,0944			0,0035 / 0,22		1,6392 / 78,12	0,0896 / 7,56	0,3731 / 19,10			
VII	5,0535	5,500	0,0270	0,0319	–	–	–	–	0,0013 / 0,20	0,0023 / 0,13	–	1,6139 / 76,68	0,0701 / 6,08	0,3206 / 16,50	0,0043 / 0,10	–	0,00007 / –
Т-2 (000)	7,92	–	0,0182	–	0,1018	0,0878	0,1349	0,0008	–	0,0063 / 0,26	–	2,4081 / 77,55	0,1141 / 6,95	0,4124 / 15,24	–	–	–
II	11,799	–	0,0235	–	0,1280	0,1772	0,2572	0,0007	–	–	–	3,7117 / 78,10	0,1531 / 7,50	0,5811 / 14,40	–	–	–
III	10,6179	10,270	0,0364	0,0642	–	–	–	–	0,0038 / 0,31	0,0104 / 0,34	–	3,2028 / 77,47	0,1394 / 6,38	0,5543 / 15,49	0,0079 / 0,01	–	0,0001 / –
Т-1	26,271	–	0,0371	–	0,2037	0,2897	0,3936	0,0013	–	0,0243 / 0,29	–	8,2117 / 78,84	0,3766 / 6,84	1,2736 / 14,03	–	–	–
Т-2	27,5081	27,246	0,0361	0,1220	–	–	–	–	–	0,0206 / 0,24	0,1324 / 0,72	8,6556 / 79,43	0,2652 / 4,61	1,4241 / 15,0	–	0,0085 / –	0,0006 / –
Т 3	26,9145	–	–	–	–	0,3039	0,4253	–	–	–	–	8,4336 / 78,86	0,3771 / 5,63	1,3293 / 14,22	–	–	–
Т-1 (Хоста)	22,5062	22,200	0,0593	0,0912	–	–	–	–	0,0065 / 0,24	0,0197 / 0,28	–	6,9099 / 78,22	0,2900 / 6,23	1,1437 / 18,84	0,0189 / –	–	0,0201 / 0,19
Т-2 (Хоста)	23,835	–	0,0558	0,1149	0,2279	0,2837	0,3860	0,0003	–	0,0179 / 0,24	–	6,9099 / 79,14	0,2900 / 5,84	1,1437 / 13,78	0,0189 / –	–	–
IV	9,520	–	0,0166	–	0,1232	0,1346	0,1951	–	–	0,0072 / 0,25	–	2,9406 / 78,59	0,1379 / 6,97	0,4624 / 14,19	–	–	–
V	5,7847	–	0,0179	–	0,0933	0,0602	0,1088	–	–	0,0049 / 0,29	–	1,7510 / 77,52	0,0765 / 5,39	0,3109 / 15,80	–	–	–

Номер скважины	Содержание ионов (числитель — мг/л, знаменатель — %-экв)													Время опробования Автор	Аналитик
	Mn	Zn	Cu	Cl	Br	J	F	SO_4''	HS	SO_3	S_2O_3	HPO_4''	HCO_3		
VI				3,2145 / 93,00	0,0150 / 0,20	0,0016 / 0,01	—	0,0011 / 0,02	0,0380 / 1,18	—	0,0005 / 0,01	—	0,3318 / 5,53	2/XII 1958 г, В М Куканов	Лаборатория КНС
VII	0,00001 / —	0,0003 / 0,01	0,00007 / —	3,0982 / 92,18	0,0141 / 0,18	0,0018 / 0,01	—	0,0098 / 0,21	0,0081 / 0,26	—	—	0,00015	0,4137 / 7,16	21/XI 1956 г, В М Куканов	Лаборатория БИ (Пятигорск)
Т-2 (600)	—	—	—	4,1940 / 93,84	0,0178 / 0,16	0,0028 / 0,02	—	0,0009 / 0,02	0,0457 / 1,02	—	0,0005 / 0,01	—	0,4047 / 4,91	21/XI 1950 г, В М Куканов	Лаборатория БИ (Сочи)
II	—	—	—	6,7729 / 94,99	—	—	—	0,0007 / —	0,0767 / 1,16	—	—	—	0,4734 / 3,85	16/VIII 1955 г, В М Куканов	Лаборатория УБУ (Мацеста)
III	0,00001 / —	—	0,00002 / —	5,9974 / 94,09	0,0281 / 0,19	0,0031 / 0,01	0,0021 / 0,06	0,0111 / 0,13	0,0575 / 0,47	—	—	—	0,4980 / 4,55	25/XI 1956 г, В М Куканов	Лаборатория БИ (Пятигорск)
Т-1	—	—	—	15,6712 / 96,97	0,0648 / 0,18	0,006 / 0,01	—	—	0,1034 / 0,67	0,0048 / 0,02	0,0003 / —	—	0,5947 / 2,15	16/V 1952 г, В М Куканов	Лаборатория БИ (Сочи)
Т-2	0,00001 / —	0,0002 / —	0,00006 / —	16,2052 / 96,46	0,0715 / —	0,0051 / —	0,0007 / —	0,1193 / 0,52	0,3615 / 0,40	—	—	0,00005 / —	0,7585 / 2,62	19/I 1957 г, В М Куканов	Лаборатория БИ (Пятигорск)
Т-3	—	—	—	16,0279 / 97,17	—	—	—	0,0016 / 0,01	0,1177 / 0,77	—	—	—	0,5331 / 1,81	3/III 1955 г, В М Куканов	Лаборатория УБУ (Мацеста)
Т-1 (Хоста)	0,00001 / —	0,0005 / —	0,00004 / —	13,1319 / 96,30	0,0606 / 0,20	0,0033 / —	0,0012 / 0,02	0,0132 / 0,08	0,0034 / 0,03	—	—	—	0,7906 / 3,37	12/VII 1956 г, В М Куканов	Лаборатория БИ (Пятигорск)
Т-2 (Хоста)	—	—	—	14,0365 / 96,37	—	—	—	0,0061 / 0,02	0,0996 / 0,74	—	0,0006 / —	—	0,6655 / 2,66	13/IV 1956 г, В М Куканов	Лаборатория БИ (Сочи)
IV	—	—	—	5,1506 / 91,45	0,0260 / 2,30	0,0024 / 0,01	—	0,0009 / 0,02	0,0589 / 1,09	—	0,0004 / 0,01	—	0,4154 / 4,19	2/XII 1958 г, В М Куканов	Лаборатория КНС
V	—	—	—	3,2494 / 93,31	0,0170 / 0,21	0,0016 / 0,01	—	0,0013 / 0,03	0,0384 / 1,18	—	0,0010 / 0,02	—	0,3142 / 5,24	3/XI 1958 г, В М Куканов	Лаборатория КНС

В 1940 г. углекислые воды Чвежипсе использовались как столовые (для чего был построен небольшой завод — розлив), но вследствие опреснения и уменьшения содержания в них свободной углекислоты вскоре их розлив был прекращен.

Краткая характеристика гидроминеральных ресурсов района приводится по данным последних разведочных работ Северо-Кавказского геологического управления (1963 г.).

В пределах рассматриваемой территории развиты гидрокарбонатно-кальциевые (Чвежипсе), гидрокарбонатно-натриевые (источники Пслух, Левобережные Мзымтинские, Грушевой поляны) и гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые (Ачипсе) воды.

Наибольшее значение имеет Чвежипсинское месторождение, находящееся в бассейне реки одноименного названия, в 1 *км* к юго-западу от сел. Красная Поляна. Минеральные источники представлены двумя группами. В период с 1935 по 1962 г. здесь пробурено 13 поисково-разведочных скважин. Удельный дебит скважин нижней группы (пройденных в 1961—1962 гг.) колеблется от 43,2 до 97,8 тыс. *л/сутки,* при понижении уровня на 0,5—3,65 *м.* Скважины самоизливающиеся (напор от +20 до +70 *м*). Удельный дебит скважин верхней группы не превышал 3,4 тыс. *л/сутки.* Дебиты естественных источников и скважин при свободном самоизливе составляли 8,6 — 198,7 тыс. *л/сутки.* Максимальные расходы источников, как показали режимные наблюдения упомянутых авторов, наблюдаются в осенне-зимний период.

Температура минеральной воды изменялась от 9 до 15,8° С, но чаще она составляла около 13° С.

По ионному составу воды верхней и нижней групп отличаются между собой. Так, воды некоторых скважин верхней группы имеют гидрокарбонатно-сульфатно-железисто-магниевый состав с минерализацией 2,5—3,6 *г/л* и содержанием двухвалентного железа до 1,2 *г/л.* Воды нижней группы относятся преимущественно к гидрокарбонатно-кальциевым с минерализацией 0,7—0,9 *г/л.* Характерно высокое (5,7—10,5 *мг/л*) содержание в них мышьяка.

Концентрация в водах рассматриваемого месторождения свободной углекислоты колеблется от 1,9 до 2,46 *г/л,* уменьшаясь в периоды выпадения осадков.

Спонтанные газы на 80—98% представлены углекислотой. Газовый фактор изменяется от 1,01 до 5,6.

Пслухские минеральные источники расположены в устьевой части долины реки одноименного названия. Здесь пробурено 14 неглубоких поисково-разведочных скважин, заложенных двумя створами, расположенными ниже и выше естественных выходов углекислых источников, каптированных колодцами, реставрированными в 1959 г. (по нумерации А. П. Ромах и Э. С. Пламеневской, это источники № 41 и 42). Расходы каптированных колодцев, по данным кратковременных пробных откачек, не превышают 3—7 тыс. *л/сутки.*

Воды имеют гидрокарбонатно-натриевый состав, с минерализацией до 5,1 *г/л,* и характеризуются повышенным содержанием бора (16—60 *мг/л*). Концентрация мышьяка в них измеряется десятыми долями миллиграмма на литр, двухвалентного железа 0,5—10 *мг/л.*

Содержание в воде свободной углекислоты колеблется от 1,6 до 3 *г/л.*

Минеральные источники Грушевой поляны расположены в долине р. Мзымта, в 2,7 *км* выше предыдущих. В настоящее время здесь имеется два естественных выхода углекислой воды с сум-

марным дебитом 140 тыс. *л/сутки* (источники № 61 и 62, по нумерации А. П. Ромах и Э. С. Пламеневской).

По химическому составу это гидрокарбонатно-натриевые воды, с минерализацией 1,5—3,2 *г/л* (табл. 68). Содержание в них двухвалентного железа составляет 13—18 *мг/л*, мышьяка — десятые доли миллиграмма на литр. Температура воды около 10° С.

Левобережный Мзымтинский углекислый источник находится в русле Безымянной балки, впадающей в р. Мзымту против сел. Эсто-Садок. Дебит его 2,7 тыс. *л/сутки*, при температуре воды 11—13° С и содержании в ней свободной углекислоты 1,5 *г/л*. Химический состав его иллюстрируется табл. 68.

Минеральные источники Эйгельмановой поляны расположены в верховьях р. Мзымты, в 24 *км* к юго-востоку от сел. Красная Поляна. Здесь выходят две группы источников. Наиболее важное значение имеют источники нижней группы, суммарный расход которых составляет около 80 тыс. *л/сутки*. Источники верхней группы (в настоящее время их два) имеют суммарный дебит около 10 тыс. *л/сутки*.

По ионному составу это преимущественно гидрокарбонатно-натриевые воды с минерализацией 38 *г/л* (табл. 68), хотя есть источники, которые имеют сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевый состав, с минерализацией 0,5—1 *г/л*.

Температура воды 6—8° С, содержание в ней свободной углекислоты около 2 *г/л*.

Спонтанные газы на 89—99% представлены углекислотой.

Для рассматриваемых источников характерно высокое (до 160 *мг/л*) содержание бора.

Углекислые источники «Ачипсе» находятся в 9 *км* к северо-востоку от сел. Красная Поляна на правом склоне долины реки одноименного названия, в 2,5 *км* выше устья ее. В 1889 г. основные выходы их М. В. Сергеевым были каптированы штольней, которая в настоящее время обвалилась. В 1936 г. Пятигорским бальнеологическим институтом здесь пробурено 18 неглубоких скважин, из которых пять вывели углекислую воду. В настоящее время здесь сохранилось два источника (№ 51 и 52, по нумерации А. П. Ромах и Э. С. Пламеневской), из которых один (№ 51) примитивно каптирован. Суммарный расход их не превышает 17—20 тыс. *л/сутки*. Воды имеют гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый состав, с минерализацией 0,5—7 *г/л*. Содержание в них HBO_2 достигает 80—308 *мг/л*, что позволяет отнести эти воды к бороносным. Концентрация в водах мышьяка измеряется 0,8—1,5 *г/л*.

Район метановых хлоридно-натриевых терм глубоко залегающих водоносных горизонтов мезо-кайнозойского чехла Скифской эпигерцинской платформы Предкавказья и альпийских передовых прогибов. Метановые хлоридно-натриевые термы распространены на весьма обширной площади в самой северной части рассматриваемой территории, в структурном отношении относящейся к Скифской эпигерцинской платформе Предкавказья. Эта платформа, сложенная метаморфизованными, интенсивно дислоцированными образованиями среднего и верхнего палеозоя, перекрывается чехлом мезо-кайнозойских осадков, нижняя часть которого сложена красноцветными породами верхней перми — нижнего триаса.

Глубина залегания Скифской эпигерцинской платформы Предкавказья изменяется в весьма значительных пределах. Так, в зоне Ставропольского поперечного поднятия она не превышает 1000 *м*, на склонах его измеряется уже несколькими километрами, а во впадинах, по дан-

Таблица 68

Химический состав минеральных источников Красиополянского гидрогеологического района

Источник	Сумма твердых составных частей, *г/л*	Сухой остаток, *г/л*	Содержание ионов (числитель — *г/л*, знаменатель — %-экв)									
			H_2SiO_3	HBO_2	CO_2 своб.	$K^{\cdot}+Na^{\cdot}$	Mg	Ca	$Ba^{\cdot}$	$Fe^{\cdot\cdot}$	$Al^{\cdot\cdot\cdot}$	$Mn^{\cdot\cdot}$
Чвежипсе (источник № 2)	2,202	1,487	0,0322	0,0312	1,7	0,0790 / 12,739	0,0231 / 7,046	0,4202 / 77,781	0,0002 / 0,015	0,002 / 0,267	0,0012 / 0,493	0,00025 / 0,033
Чвежипсе (источник № 31, верхняя группа)	1,441	0,95	—	—	—	0,0825 / 19,58	0,0186 / 8,35	0,2645 / 72,02	—	0,0167 / —	—	—
Пслух (каптажный колодец)	5,0035	—	—	—	—	1,2631 / 84,4	0,0913 / 11,5	0,0529 / 4,1	—	0,0060 / —	—	—
Левобережный Мзымтинский источник	1,9351	—	0,035	0,0280	—	0,6187 / 79,82	0,0584 / 14,24	0,0408 / 5,93	—	—	—	—
Источник № 1 Эйгельмановой поляны	3,8546	—	—	0,160	—	1,306 / 83,28	0,0753 / 9,09	0,0979 / 7,03	—	0,01116 / 0,7	—	—
Ачипсе (каптажный колодец)	9,24	—	—	—	—	2,387 / 85,8	0,1566 / 10,6	0,0897 / 3,6	—	0,0010 / —	—	—
Авадхарская эксплуатационная скв. 1	0,9436	—	—	0,0032 / —	—	0,2185 / 54,9	0,0048 / 2,3	0,1501 / 42,8	—	—	—	—
Источник Грушевой поляны	2,583	—	—	—	—	0,759 / 69,0	0,0559 / 9,0	0,2225 / 22,0	—	0,0182 / —	—	—

Источник	Содержание ионов (числитель — г/л, знаменатель — %-экв)								Время опробования, автор	Аналитик
	Cl'	Br'	J'	F'	SO_4''	$HAsO_4'$	HPO_4''	HCO_3'		
Чвежипсе (источник № 2)	0,0530 / 5,545	0,0002 / 0,1	0,00057 / 0,015	0,0016 / 0,326	0,0161 / 1,242	—	0,0005 / 0,022	1,5258 / 92,750	1935 г., Н. А Огильви	Лаборатория СКГУ
Чвежипсе (источник № 31, верхняя группа)	0,0039 / 0,6	Нет / —	0,0007 / 0,01	Нет / —	0,0387 / 4,42	—	—	1,0617 / 94,93	26/IX 1962 г., А. П. Ромах	Лаборатория СКГУ
Пслух (каптажный колодец)	0,0865 / 3,8	0,0003 / 0,08	—	—	0,0124 / 12,6	—	—	3,3927 / 85,4	25/VII 1962 г., А. П. Ромах	Лаборатория СКГУ (полевая)
Левобережный Мзымтинский источник	0,0669 / 5,6	0,0005 / —	0,00009 / —	0,0006 / —	0,220 / 13,6	—	—	1,6590 / 80,7	28/VI 1961 г., А. П. Ромах	Лаборатория СКГУ (полевая)
Источник № 1 Эгельмановой поляны	0,0468 / 19,3	0,00013 / —	0,0012 / —	0,001 / —	0,9312 / 28,4	0,00014 / —	—	2,7716 / 52,13	5/V 1962 г., А. П. Ромах	Лаборатория СКГУ (полевая)
Ачипсе (каптажный колодец)	0,9443 / 22,0	0,00006 / —	—	—	0,268 / 4,8	—	—	5,400 / 73,2	8/VI 1961 г., А. П. Ромах	Лаборатория СКГУ (полевая)
Авадхарская эксплуатационная скв. 1	0,0035 / 0,6	—	—	—	0,1152 / 13,9	0,0004 / —	—	0,1028 / 85,4	7/X 1962 г., А. П. Ромах	Лаборатория СКГУ (полевая)
Источник Грушевой поляны	0,1917 / 11,0	—	—	—	0,0864 / 3,0	—	—	2,5132 / 86,0	10/X 1962 г., А. П. Ромах	Лаборатория СКГУ (полевая)

ным геофизических исследований, увеличивается до 10 *км*. В северном направлении наблюдается, в общем, подъем ее, что подтверждается данными бурения.

Пликативные структуры осадочного чехла, за исключением Невинномысской антиклинальной зоны (антиклинория), имеют платформенный характер. Это преимущественно плоские складки длиной 10—50 *км* и высотой всего в несколько десятков метров. Они обычно приурочены к поднятиям фундамента и объединяются в зоны, имеющие кавказское простирание (Невинномысская, Северо-Ставропольская, Кугультинская и другие структуры). Как показывает анализ карт изопахит и литофаций, многие из них имеют унаследованный характер.

Следует отметить, что, кроме тектонических зон общекавказского (доминирующего) направления, несколько групп поднятий имеет близмеридиональное (поперечное) простирание (структуры западной части Ставропольского поднятия, Сальский вал, Березанское поднятие).

В пределах рассматриваемой платформы расположены и такие крупные впадины, имеющие важное гидрогеологическое значение, как Терско-Кумская и Азово-Кубанская, к которым приурочены артезианские бассейны одноименного названия.

Описываемые минеральные воды приурочены к самым различным стратиграфическим горизонтам мезо-кайнозойского осадочного чехла. Это воды преимущественно газонефтяных месторождений, залегающие на значительных глубинах. Этим и обусловлена их высокая температура.

В генетическом отношении, за редкими исключениями, они являются древними инфильтрационными водами различной степени метаморфизации. В формировании их удельный вес вод седиментационного происхождения, вероятно, незначителен. В гидродинамическом отношении они чаще относятся к зоне затрудненного водообмена. Глубина залегания их в зависимости от геолого-структурных особенностей территории различна и в большинстве случаев превышает 1000—1500 *м*.

При формировании химического состава рассматриваемых вод нефтяные залежи, вероятно, оказывают существенное влияние лишь на накопление гидрокарбонатов, аммония и некоторых микроэлементов (йод, бром, нафтеновые кислоты). Переход же в раствор других компонентов обусловлен главным образом выщелачиванием пород, чему благоприятствуют геотермические условия региона, а также процессами катионного обмена. Солевой состав описываемых вод представлен главным образом хлоридами и в меньшей степени гидрокарбонатами натрия в различных сочетаниях. При этом повышенные концентрации гидрокарбонатов обычно характерны лишь для тех разностей, общая минерализация которых не превышает 10—20 *г/л*.

Содержание сульфатов в них незначительное, что связано с процессами биохимического восстановления их.

Общая минерализация этих вод изменяется в значительных пределах — от нескольких граммов на литр до концентрации рассолов и в общем увеличивается с глубиной погружения (и, следовательно, возрастом пород), хотя в единичных случаях имеют место и отклонения от такой закономерности.

Значения отношений $\frac{rNa}{rCl}$ чаще не превышают 0,87, что свидетельствует о высокой степени метаморфизма вод. При этом с ростом общей минерализации их величина отношения $\frac{rNa}{rCl}$ обычно уменьшается.

Из микроэлементов в них содержатся: йод, бром, имеющие важное

бальнеологическое значение, а также бор, стронций, аммоний, нафтеновые кислоты, радий и некоторые другие.

Концентрация в водах йода, генетически связанного с биохимическими процессами, достигает 65 *мг/л*. При этом она заметно увеличивается с ростом общей минерализации их. Для брома, содержание которого в водах единичных скважин достигает нескольких сотен миллиграммов на литр, такой закономерности не наблюдается. Значения отношений $\frac{rCl}{rBr}$ обычно лежат в пределах 250—300. Высокие (более 300 *мг/л*) концентрации бора, имеющего преимущественно органическое происхождение, характерны для вод палеоген-неогеновых отложений.

В водах глубоко залегающих мезозойских водоносных горизонтов содержание стронция может достигать нескольких сотен миллиграммов на литр. В свете имеющихся данных максимальные концентрации его характерны для вод нижнемеловых отложений. С повышением общей минерализации значения $\frac{rCa}{rSr}$ обычно увеличиваются.

Концентрации лития, заметно превышающие кларковые, в рассматриваемых водах фиксируются сравнительно редко. Пока они установлены в водах некоторых скважин, вскрытых в меловых и палеогеновых отложениях.

Аммоний приурочен главным образом к высокоминерализованным разностям вод рассматриваемого типа и представлен в виде хлоридов. Генетически, наиболее вероятно, он связан с разложением органического вещества сингенетичного происхождения.

В повышенных количествах в описываемых водах содержатся нафтеновые кислоты.

Из радиоактивных элементов в концентрациях, превышающих кларковые, встречается лишь радий ($n \cdot 10^{-11}$—$n \cdot 10^{-10}$ *г/л*). Спонтанные и растворенные газы представлены преимущественно углеводородами. Сероводород, содержание которого в описываемых водах достигает 45 *мг/л*, связан с биохимическим восстановлением сульфатов и лишь небольшая часть его может образоваться в результате разложения сернистых компонентов нефти. Вследствие сравнительно высокой растворимости сероводорода, концентрация его в растворенных газах обычно выше, чем в спонтанных.

Температура рассматриваемых вод колеблется от 30 до 100° С. Дебиты скважин измеряются в широких пределах — от десятков тысяч до 1 млн. *л/сутки* и более. Некоторые из них самоизливаются. Избыточные напоры изменяются от долей до нескольких сотен метров. Как мы уже заметили, на описываемой территории воды рассматриваемого типа вскрыты многочисленными скважинами. Суммарный дебит их, по данным кратковременных гидрогеологических опытных работ, измеряется многими десятками миллионов литров в сутки.

Ниже дается краткая характеристика месторождений, на базе которых функционируют зарекомендовавшие себя бальнеологические курорты, а также приводятся краткие сведения по скважинам, минеральная вода которых используется районными водолечебницами.

Курорт Горячий Ключ, расположенный в 55 *км* к юго-востоку от г. Краснодара, довольно популярен на Северном Кавказе. Он функционирует на гидроминеральных ресурсах Псекупского месторождения минеральных вод, описанию которого посвящена обширная литература. Наиболее обстоятельной является опубликованная монография Н. К. Игнатовича (1932), в которой обобщены результаты предыдущих исследований и подведены итоги многолетним разведочным работам.

В 1957—1958 гг. разведочные и каптажные работы проводились Северо-Кавказской гидрогеологической экспедицией «Союзгеоминвод» (Т. Ф. Стойнов, 1958 г.), по материалам которой и приводится описание рассматриваемого месторождения.

В геологическом строении его принимают участие верхнеюрские, меловые, третичные и четвертичные образования. Не останавливаясь на описании нормального разреза района, приведем краткую литологическую характеристику свиты Горячего Ключа, из которой многочисленными скважинами выведены минеральные воды курорта.

Эта свита представлена чередованием сланцеватых глин, алевролитов, мелкозернистых песков и песчаников с двумя мощными горизонтами песчаников в средней части разреза. В составе ее выделяется: нижняя чередующаяся толща (мощность 80 *м*), нижний песчаник (мощность 35 *м*), средняя (промежуточная) чередующаяся толща (мощность 30 *м*), верхний песчаник (мощность 20 *м*) и, наконец, верхняя чередующаяся толща (мощность около 250 *м*).

В региональном отношении район месторождения расположен в пределах южного борта Западно-Кубанского Передового прогиба.

В нижней чередующейся толще скважинами 4, 12, 14-бис, 18, 57, 57-бис, пройденными в разное время, вскрыты самоизливающиеся воды гидрокарбонатно-хлоридно-натриевого состава с минерализацией 0,4—2,8 *г/л*, содержанием сероводорода до 28 *мг/л* и температурой до 55,5° С. Основные гидрогеологические данные по некоторым из них приведены в табл. 69.

Таблица 69

Гидрогеологические данные по скважинам, вскрывшим минеральную воду в нижней чередующейся толще

Номер скважины	Глубина скважины, *м*	Водоносный интервал, *м*	Дебит при свободном самоизливе, тыс *л/сутки*	Температура воды, °С
4	68,3	—	36—42	39,5
14-бис	109,3	84,1—109,3	0,4—0,6	26
57-бис	170,4	151,0—170,44	1,5	25,4

К нижнему песчанику приурочен ряд источников. Ранее из него вытекали широко известные в литературе минеральные источники — «Алеоль», «Марка» и «Мика» с содержанием сероводорода до 117 *мг/л*. После проведения разведочных работ их режим оказался нарушен и в настоящее время они дают пресную воду с ничтожным содержанием сероводорода.

Из этого песчаника вывели минеральную воду также скважины 1-К, 57, 57-бис, 100-Р, 102-Р. Полученные гидрогеологические данные по ним сведены в табл. 70.

Воды промежуточной чередующейся толщи имеют важное для курорта практическое значение. В свете последних данных, полученных в результате разведочных работ, они гидродинамически не связаны с выше- и нижележащими водоносными комплексами.

Имеющиеся гидрогеологические данные по этой толще приводятся в табл. 71.

Воды верхнего песчаника пресные, почти бессероводородные, пока не имеющие практического применения на курорте, хотя, по мнению Т. Ф. Стойнова (1958), они заслуживают внимания, поскольку являются

Таблица 70

Гидрогеологические данные по скважинам, вскрывшим минеральную воду в нижнем песчанике

Номер скважины	Глубина скважины, *м*	Водоносный интервал, *м*	Дебит при свободном самоизливе, тыс. *л/сутки*	Напор, *м*	Температура, °С
1-К	136	—	300	—	56
57	147,1	87—133	8—9	—	51
57-бис	150,79	122—150,79	260	+4,5	55
100-р	—	327—371	275	+10,5	59
100-р	—	327—371,1	275	+10,5	59

Таблица 71

Гидрогеологические данные по скважинам, вскрывшим минеральную воду в промежуточной чередующейся толще

Номер скважины	Глубина скважины, *м*	Водоносный интервал, *м*	Дебит при свободном самоизливе, тыс. *л/сутки*	Напор, *м*	Температура воды на устье, °С
32	38,3	—	14—18	—	44
37-бис	114,0	—	18—20	—	48
63-бис	131,2	—	2,5—0,6	—	41
57-бис	170,0	8,38—94,2	12	+4,69	48,6
100-р	244,8	84—188	71	+9,4	52
102-р	376,95	208—326	86,4	+7,65	47

термальными. С глубиной минерализация этих вод увеличивается, и они могут быть получены в большом количестве.

Воды верхней чередующейся толщи в отличие от предыдущих водоносных комплексов относятся к типу хлоридно-натриевых, с минерализацией до 10,5 *г/л* и содержанием сероводорода до 38 *мг/л*. Для них характерно также несколько повышенное содержание брома и сульфатов. Вскрыты они скважинами 20, 21, 58, данные по которым приводятся в табл. 72.

Таблица 72

Гидрогеологические данные по скважинам, вскрывшим минеральную воду в верхней чередующейся толще

Номер скважины	Глубина скважины, *м*	Дебит при свободном самоизливе, тыс. *л/сутки*	Температура воды на устье, °С
20	59,35	1—1,6	24
21	124,79	3—4,6	30
58	131,3	2,4—4,6	29

Таблица 73

Химический состав основных источников Пскупского месторождения минеральных вод после проведения разведочно-каптажных работ последнего этапа

Номер скважины	Сумма твердых составных частей, г/л	Содержание ионов (числитель – в мг/л, знаменатель – в %-экв)									Время опробования	Аналитик
		H_2S общего	Na + K	Mg	Ca	Cl	Br^-	J^-	SO_4^{--}	HCO_3^-		
14-бис	2,8790	0,0034	0,8397 / 98,92	0,0024 / 0,54	0,0040 / 0,54	0,3089 / 23,62	–	–	0,0304 / 1,71	1,6836 / 74,67	10/X 1961 г	Платонова
1-К	1,7632	0,0572	0,5347 / 96,27	0,0049 / 1,66	0,0100 / 2,07	0,7808 / 53,00	–	–	0,1169 / 10,10	0,3159 / 36,90	10/XII 1961 г.	Платонова
57	3,2866	0,0582	1,0524 / 98,28	0,0048 / 0,86	0,0080 / 0,86	0,5424 / 51,03	–	–	0,0370 / 1,65	1,3420 / 47,32	11/IX 1961 г	Аракелян
32	0,9161	0,0052	0,2606 / 99,38	0,0002 / 0,18	0,0010 / 0,44	0,0351 / 8,69	–	–	0,0580 / 10,61	0,5612 / 80,70	11/IX 1961 г	Платонова
37-бис	4,7042	0,1093	1,5257 / 98,52	0,0061 / 0,74	0,0100 / 0,74	1,2987 / 54,41	–	–	0,0337 / 1,04	1,8300 / 44,45	10/XII 1961 г.	Аракелян
63-бис	7,1722	0,1329	2,4752 / 96,38	0,0158 / 1,21	0,0520 / 2,41	2,1060 / 55,17	–	–	1,5472 / 29,96	0,9760 / 14,87	10/XII 1961 г.	Аракелян
20	10,1268	0,0256	3,7041 / 99,5	0,0039 / 0,26	0,0047 / 0,14	4,7736 / 83,33	–	–	0,0074 / 0,09	1,6348 / 16,58	10/VII 1961 г.	Аракелян
21	8,6812	0,0227	3,0361 / 99,62	0,0028 / 0,18	0,0052 / 0,20	3,2994 / 70,23	–	–	0,2634 / 4,14	2,0740 / 25,63	10/VII 1961 г.	Платонова
58	4,8227	0,0034	1,7065 / 99,46	0,0022 / 0,24	0,0045 / 0,30	1,9636 / 74,34	–	–	0,510 / 1,42	1,0980 / 24,24	10/XII 1961 г	Платонова
103-Р	52,6180	–	19,2150 / 92,58	0,5706 / 5,26	0,3900 / 2,16	31,4145 / 98,22	0,1410 / 0,19	0,0300 / 0,03	0,0029 / 0,01	0,8540 / 1,55	10/XII 1961 г	Платонова

Химический состав минеральных источников курорта в значительной степени варьирует, хотя преобладающим типом воды является серно-щелочно-соляный, что видно из табл. 73.

Спонтанные и растворенные газы представлены главным образом метаном и азотом.

Разведочными работами установлено, что режим рассматриваемых минеральных вод в значительной степени обусловлен режимом р. Псекупс, в долине которой происходит естественная разгрузка их.

Генезис месторождения сложен и мало изучен.

Псекупский солено-йодо-бромистый источник расположен в 2 *км* к востоку от курорта. Приурочен он к образованиям чокрака. Дебит его 500—1500 *л/сутки,* температура воды 10—15° С. По химическому составу источник относится к типу хлоридно-натриевых, с минерализацией 11,5 *г/л* и содержанием йода около 20 *мг/л,* а брома до 45 *мг/л* (данные анализов, выполненные в различное время, особенно сильно расходятся между собой по йоду и брому).

Кроме вышеуказанных эксплуатирующихся минеральных источников, в окрестностях курорта имеются еще выходы минеральной воды, пока не используемой в бальнеологических целях. К числу их относятся Соленоярские солено-йодо-бромистые и Шкелюкские серно-щелочные источники, приуроченные к образованиям миоцена. Первые находятся в 8 *км,* а вторые в 20 *км* к юго-востоку от Горячего Ключа. Подробное описание их приводится в монографии Н. К. Игнатовича (1932).

Курорт Ейск. Этот курорт расположен на берегу Азовского моря, непосредственно в г. Ейске. В бальнеологических целях здесь используется серная вода, лечебная грязь Ханского озера, а также морские купания.

Не останавливаясь на истории развития курорта, подробно описанной Н. Н. Славяновым (1948), заметим, что сероводородная вода в Ейске была выведена еще до Великой Октябрьской революции, в процессе поисково-разведочного бурения на пресную воду в целях водоснабжения города. В 1913 г. одна из разведочных скважин была переоборудована в эксплуатационную и вода ее использовалась в бальнеологических целях. Вследствие коррозии сетчатых фильтров, эксплуатационные скважины быстро выходили из строя и для бесперебойной работы курорта возникала настоятельная необходимость в бурении новых скважин. К 1964 г. в пределах минеральной площадки пробурено 12 скважин глубиной 84—132,7 *м.* Все они вывели воду хлоридно-натриевого состава с содержанием общего сероводорода 25—52 *мг/л* и температурой 11—13° С из песков верхнего плиоцена. Производительность их изменялась от 50—100 тыс. до 1 млн. *л/сутки,* при понижении уровня на 20—35 *м.*

Как отмечает упомянутый автор, минерализация воды и содержание в ней сероводорода вниз по разрезу увеличиваются. «Это увеличение настолько значительно, что верхи песков могут эксплуатироваться для питьевых целей, а нижние слои водоносных песков для бальнеологических целей» (Славянов, 1948, стр. 168).

Все эксплуатационные скважины не самоизливались. Подъем и подача воды в ванны производятся с помощью насосов. В настоящее время эксплуатируется скв. 10, пробуренная в 1962 г. Глубина ее 110 *м,* дебит до 1 млн. *л/сутки,* при понижении уровня на 10—15 *м.* Содержание в воде общего сероводорода 23—30 *мг/л,* минерализация 2,3 *г/л.*

Химический состав минеральной воды рассматриваемого месторождения следующий:

$$\text{Скважина 2: } H_2S_{0,044}M_{4,1}\frac{Cl_{85}HCO^3_{12}}{Na_{74}Ca_{14}Mg_{12}}.$$

$$\text{Скважина 6: } H_2S_{0,0025}M_{6,2}\frac{Cl_{85}HCO^3_{10}}{Na_{78}Mg_{11}Ca_{10}}.$$

$$\text{Скважина 11: } H_2S_{0,045}M_{7,4}\frac{Cl_{89}HCO^3_{9}SO^4_{1}}{(Na+K)_{78}Ca_{11}Mg_{11}}.$$

Содержание в ней радиоактивных элементов не превышает кларковые.

В гидрогеологическом отношении месторождение, по существу, совершенно не изучено, несмотря на то, что эксплуатируется оно в течение уже многих лет. Первоочередной задачей дальнейших исследований является определение эксплуатационных ресурсов его.

Поскольку водоносные пески плиоцена весьма мелкозернисты, при закреплении водоприемной части эксплуатационных скважин следует применять не сетчатые или проволочные фильтры (как это делалось до сих пор), а гравийные. Это значительно увеличит срок их службы и исключит такое нежелательное явление, как «пескование», имевшее место в скв. 11, оборудованной фильтром с проволочной обмоткой, вода которой не используется в бальнеологических целях только по указанной причине.

Майкопская водолечебница. Эта водолечебница, расположенная на юго-восточной окраине г. Майкопа, снабжается термальной минеральной водой, выведенной из отложений чокрака и майкопа скв. 8, пробуренной в 1947 г.*. Суммарный дебит обоих водоносных горизонтов 600 тыс. *л/сутки*. Температура воды на устье скважины 61° С. Химический состав ее следующий:

$$HBO^2_{0,151}Br_{0,106}J_{0,03}M_{24}\frac{Cl_{98}}{Na_{96}}.$$

Содержание в воде радия $4,75\cdot10^{-11}$ *г/л*, радон в ней отсутствует.

В 30 *м* от водолечебницы пройдена скв. 3, вскрывшая на глубине 800 *м* термальную сероводородную воду с дебитом 86,4 тыс. *л/сутки* следующего состава:

$$H_2S_{0,012}F_{0,0002}M_{2,9}\frac{HCO^3_{58}Cl_{34}}{Na_{98}}.$$

Содержание в ней радия не превышает двенадцатой степени.

Скважина 4, пробуренная в 1955 г. в 180 *м* от предыдущей, с глубины 650 *м* из песков чокракского горизонта, перемежающихся с прослоями глин, вывела воду с дебитом 1,4 млн. *л/сутки*, температурой на устье 32° С, напором +16 *м* следующего состава:

$$M_{2,8}\frac{Cl_{62}HCO^3_{37}}{Na_{98}}.$$

Содержание в воде радиоактивных элементов низкое. Техническое состояние скважины неудовлетворительное. Некоторое время вода скв. 4 разливалась в лечебно-питьевых целях, но вследствие высокой концентрации в ней органических веществ в 1958 г. розлив был прекращен.

* Здесь и далее количественная и качественная характеристика вод нефтяных буровых скважин, используемых в бальнеологических целях (районными водолечебницами), приведена по данным обследования А. А. Иовдальского, К. К. Туроверова, В. Н. Суркова, М. С. Каган, З. С. Тузиковой, С. И. Рубинского, Г. В. Бунаковой (1962).

Хадыженской водолечебницей, расположенной на окраине города одноименного названия, используется в бальнеологических целях йодо-бромная хлоридно-натриевая вода скважин 730 и 730-бис. Для лечебно-питьевых целей применяется минеральная вода скв. 3.

Скважина 730, пробуренная в 1953 г., расположена на южной окраине города. Глубина ее 2200 *м*. Вода выведена из верхнего и нижнего мела. Скважина интерметтирует. Дебит ее 250 тыс. *л/сутки*, температура на устье 21°, химический состав следующий:

$$J_{0,041}\,Br_{0,040}\,HBO^{2}_{0,048}\,M_{12}\,\frac{Cl_{91}\,HCO^{3}_{8}}{Na_{99}}.$$

Аналогичного состава выведена минеральная вода скв. 730-бис, пробуренной в 1959 г. Спонтанные газы представлены почти исключительно углеводородами.

Скважиной 3, пройденной в 1947 г., из меловых отложений выведена вода с дебитом при самоизливе 1,5 тыс. *л/сутки* и температурой на устье 16° С следующего состава:

$$M_{3,9}\,\frac{Cl_{76}\,HCO^{3}_{22}}{Na_{99}}.$$

Ахтырской водолечебницей (пос. Ахтырск) используется для бальнеологических процедур термальная (47° С) йодо-борная хлоридно-натриевая вода скв. 635. Дебит ее при свободном самоизливе 147 тыс. *л/сутки*. Формула Курлова воды этой скважины имеет следующий вид:

$$J_{0,03}\,HBO^{2}_{0,470}\,M_{1,4,8}\,\frac{Cl_{54}\,HCO^{3}_{46}}{Na_{98}}.$$

Обращает на себя внимание высокая концентрация в ней бора. Содержание в воде радиоактивных элементов кларковое.

В 2 *км* к западу от поселка в 1952 г. пробурена скв. 140 глубиной 2041 *м*, вскрывшая в песчаниках свиты Цице (палеоцен) минеральную воду с температурой на устье 30° С следующего химического состава:

$$H_2S_{0,056}\,HBO^{2}_{0,466}\,Br_{0,106}\,J_{0,017}\,M_{52}\,\frac{Cl_{98}}{Na_{97}}.$$

Данные о дебите скважины отсутствуют (опытные выпуски не производились).

Белореченская водолечебница, расположенная на окраине сел. Вечное, функционирует с 1961 г. Эксплуатационная скв. 7 глубиной 1263 *м* расположена в 1 *км* от ванного здания. Минеральная вода выведена из образований чокрака с глубины 1162 *м*. Вследствие коррозии труб техническое состояние скважины неудовлетворительное. Дебит ее 500 тыс. *л/сутки*, температура воды на устье буровой 57° С. Содержание в ней радиоактивных элементов невысокое.

Вблизи от водолечебницы, в 2 *км* от сел. Вечное, имеется скв. 5, выведшая воду ценного физико-химического состава из отложений эоцена (кумская и зеленая свиты) в интервалах 2320—2306 и 2235—2213 *м*. Дебит ее 260 тыс. *л/сутки*. Температура воды на устье буровой 89° С. В отличие от воды скв. 7 она радиеносна ($n \cdot 10^{-11}$ *г/л*) и обладает более высоким содержанием бора, йода и брома. Учитывая это, ее целесообразно провести в ванное здание для бальнеологического использования.

Формулы химического состава вод рассматриваемых скважин имеют следующий вид:

Скважина 7: $HBO^2_{0,045} M_{3,4} \frac{HCO^3_{59} Cl_{36}}{Na_{99}}$.

Скважина 5: $HBO^2_{0,810} J_{0,018} Br_{0,037} M_{15,1} \frac{Cl_{71} HCO^3_{27}}{Na_{99}}$.

С помощью разведочных работ гидроминеральные ресурсы месторождения могут быть значительно увеличены, что позволяет планировать расширение пропускной способности водолечебницы.

Выше мы кратко охарактеризовали лишь некоторые месторождения рассматриваемого типа, которые в настоящее время в той или иной степени используются в бальнеологических целях. Как уже отмечалось, ими, конечно, далеко не исчерпываются все известные к настоящему времени подобные месторождения. Не перечисляя всех их, укажем, что в первую очередь заслуживают внимания в практическом отношении минеральные воды следующих скважин:

Скважина 1120 в хуторе Энем (из сармата): $Br_{0,041} J_{0,011} M_{23} \frac{Cl_{96}}{Na_{96}}$.

Скважина 780 в станице Нефтяной (из нижнемелового флиша): $J_{0,015} Br_{0,088} M_{25} \frac{Cl_{95}}{Na_{95}}$.

Скважина 543 в 3 *км* от с. Троицкое (из мэотиса): $HBO^2_{0,566} Br_{0,110} J_{0,004} M_{23} \frac{Cl_{94}}{Na_{92}}$.

Скважина 14 в пос. Коноково (из свиты Горячего Ключа): $HBO^2_{0,306} Br_{0,029} M_{16,4} \frac{Cl_{85} HCO^3_{11}}{Na_{99}}$.

МИНЕРАЛЬНЫЕ (ЛЕЧЕБНЫЕ) ГРЯЗИ

Минеральные (лечебные) грязи имеют очень важное бальнеологическое значение. В настоящее время они нашли широкое применение в лечебных целях не только на многочисленных курортах союзного и местного значения, но даже в некоторых районных больницах. Поскольку потребность в них с каждым годом возрастает, выявление новых месторождений и оценка перспектив уже эксплуатирующихся приобрело актуальность.

Северный Кавказ очень богат лечебными грязями. То обстоятельство, что многие месторождения их не нашли еще практического применения, в значительной степени объясняется тем, что до самого последнего времени большинство из них не было известно в литературе.

Между тем к настоящему времени мы располагаем всеми необходимыми данными об их запасах, вещественном составе, физико-химических, микробиологических и радиологических особенностях.

Лечебные грязи приурочены к соляным озерам, расположенным в самой северной части рассматриваемой территории — в Центральном и Восточном Предкавказье. Все месторождения их (с градацией запасов и химической классификацией озер) показаны на прилагаемой карте.

Мы не приводим здесь подробной характеристики соляных озер, детально рассмотренных нами в изданной монографии (Григорьев, 1962). Здесь мы лишь кратко остановимся на условиях формирования минеральных озер и дадим оценку их гидроминеральных ресурсов. При этом заметим, что к последним относятся также самосадочные соли, которые могут в некоторых случаях представлять известный промышленный интерес, но не имеют бальнеологического значения. Поэтому в настоящей статье они не рассматриваются.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ОЗЕР

Исследованные минеральные озера в геологическом отношении расположены в области распространения третичных и четвертичных отложений. В предгорной части региона они приурочены к глинам майкопа, в степной — к четвертичным суглинкам континентального происхождения.

Образование их произошло в постплиоценовое время и продолжается в наши дни. Большинство рассматриваемых минеральных озер имеет континентальное происхождение и лишь некоторые из них (Ханское, Бугазское, балки Камянского) — морское. Формирование тех и других обусловливается целым рядом факторов — геологических, гидрогеологических, геоморфологических, климатических. Значение каждого из них для различных озер различно. Так, для озер морского происхождения важнейшая роль при формировании их принадлежит тектоническому фактору. Образование подобных озер связано с перемещением береговой линии моря, обусловленным молодыми тектоническими движениями. В результате последних места расположения современных минеральных озер оказались гипсометрически ниже уровня моря и, следовательно, затопленными морской водой. Позднее вследствие морских течений, деятельности волн образовавшиеся морские заливы оказались изолированными от основного бассейна пересыпями или косами.

Питание озер морского происхождения происходит как за счет поверхностного и подземного стока, так и вследствие фильтрации морской воды через пересыпи и косы, сложенные обычно рыхлым терригенным материалом. В результате испарения в условиях аридного климата минерализация рапы настолько возрастает, что обычно превышает в несколько раз минерализацию морской воды. Насыщение ее солями достигает предельных значений и при соответствующих физико-химических условиях происходит выпадение их из раствора. Одновременно протекают грязеобразовательные процессы (на рассмотрении их подробней мы остановимся ниже), в результате которых на дне водоемов образуются значительные запасы минеральных грязей.

Что касается континентальных минеральных озер, то водоемы их имеют различное происхождение, в зависимости от особенностей естественноисторического развития тех территорий, на которых они расположены. Так, одни из них приурочены к понижениям в рельефе эрозионного происхождения, другие — к дельтам древних русел рек (бассейны рек Кумы и Терека), третьи — к высоким аллювиальным террасам (Баталпашинские, Каррасские). Часть водоемов образовалась в результате эоловой деятельности — выдувания солончаков в условиях отсутствия растительного покрова (Прикаспийская низменность, полоса развития бурунов).

Широко известные Большое и Малое Тамбуканские минеральные озера генетически связаны с флексурообразным прогибом в третичных образованиях. Тектонический фактор явился ведущим в данном случае при формировании крупных форм рельефа, в прямой зависимости от которых находится пространственное расположение бессточных котловин. Созданный здесь эндогенными процессами вулканический ландшафт благоприятствует поверхностному и подземному стоку вод в котловины озер.

Некоторые континентальные минеральные озера образовались в результате просадочных явлений в лёссовидных суглинках, впервые описанных К. И. Лисициным (1931). Установлено, что лёссовидные суглинки, пористость которых достигает 50% и более, при увлажнении

значительно уменьшаются в объеме. Оказалось, что глубина просадок в лёссовидных суглинках в отдельных случаях достигает 2—3 *м*. При этом максимальных значений достигают просадки в местах, где мощность лёссовидных суглинков наибольшая, а грунтовые воды залегают на значительной глубине.

Такие условия формирования котловин минеральных озер характерны для самой северной части рассматриваемой территории.

Минерализация рапы соляных озер генетически связана главным образом с выщелачиванием поверхностными и подземными водами солей из горных пород. Проведенные нами опыты с водными вытяжками показали, что третичные вообще и майкопские отложения в особенности обладают исключительно высокой соленосностью.

В соответствии со степенью подвижности ионов вначале выщелачиваются и мигрируют хлориды магния и натрия, затем сульфаты магния и натрия и, наконец, сульфаты и карбонаты кальция.

Некоторую (сравнительно небольшую) роль в соленакоплении играют также соли, приносимые в озера ветром в виде тонкой пыли. Так, при выветривании глин майкопа, имеющих на Северном Кавказе весьма широкое площадное распространение, на поверхности образуются скопления солей (преимущественно сульфатов и хлоридов натрия), которые ветром могут переноситься на значительные расстояния. В озера, расположенные вблизи Каспийского и Азовского морей, некоторое количество солей поступает в виде соленосной водяной пыли.

В зависимости от литологического состава пород, условий динамичности (проточности) поверхностных вод и климатических факторов (в первую очередь количества выпадающих атмосферных осадков и величины испарения) устанавливаются следующие закономерности гидрохимической зональности минеральных озер.

Минеральные озера предгорной зоны, развитые в полосе распространения образований майкопа, с количеством атмосферных осадков 500—600 *мм* в год, модулем стока от 1 до 10 *л/сек* на 1 *км*^{2} и коэффициентом стока от 20 до 50%, имеют сульфатный характер (рис. 33).

Далее к северу, в области преимущественного распространения мергелей и глин сармата, с количеством атмосферных осадков, не превышающим 400—500 *мм* в год, модулем стока от 0,5 до 1 *л/сек* на 1 *км*^{2} и коэффициентом стока от 3 до 20%, распространены хлоридно-сульфатные озера. При этом обращает на себя внимание то обстоятельство, что все минеральные озера этой зоны приурочены к так называемому мамайскому горизонту (нижняя часть среднего сармата), представленному пачкой мергелей мощностью до 12 *м*, залегающих на синдесмиевых глинах нижнего сармата.

Наконец, в самой северной части рассматриваемой территории, в области распространения мощных континентальных суглинков, залегающих на образованиях плиоцена, с количеством годовых атмосферных осадков менее 40 *мм*, модулем стока до 0,05 *л/сек* на 1 *км*^{2} и коэффициентом стока, измеряемым несколькими или долями процента, распространены преимущественно хлоридно-натриевые озера.

При образовании минеральных грязей важнейшая роль принадлежит физико-химическим и микробиологическим процессам. В схеме они могут быть представлены следующим образом.

На дне водоемов, в анаэробных условиях происходит биохимическое восстановление сульфатов с образованием сероводорода. В результате соединения его с железом формируется гидротроилит (гидрат сернистого железа) — важнейшая составная часть минеральных грязей. Гидротроилит, находясь в коллоидальном состоянии, обволакивает час-

тицы твердой фазы грязей, генетически связанной с элювиальными, делювиальными и пролювиальными процессами. Кроме сульфатредуцирующих бактерий, восстанавливающих сульфаты, в отобранных автором пробах грязей О. Ю. Волковой установлены также денитрифицирующие, тионовокислые, гнилостные, анаэробные, азотфиксирующие, целлюлозные и в единичных озерах нитрифицирующие бактерии, участвующие в грязеобразовательных процессах. Образование сероводорода преимущественно связано с восстановлением сульфатов и в некоторой степени с разрушением белковых веществ гнилостными микроорганизмами.

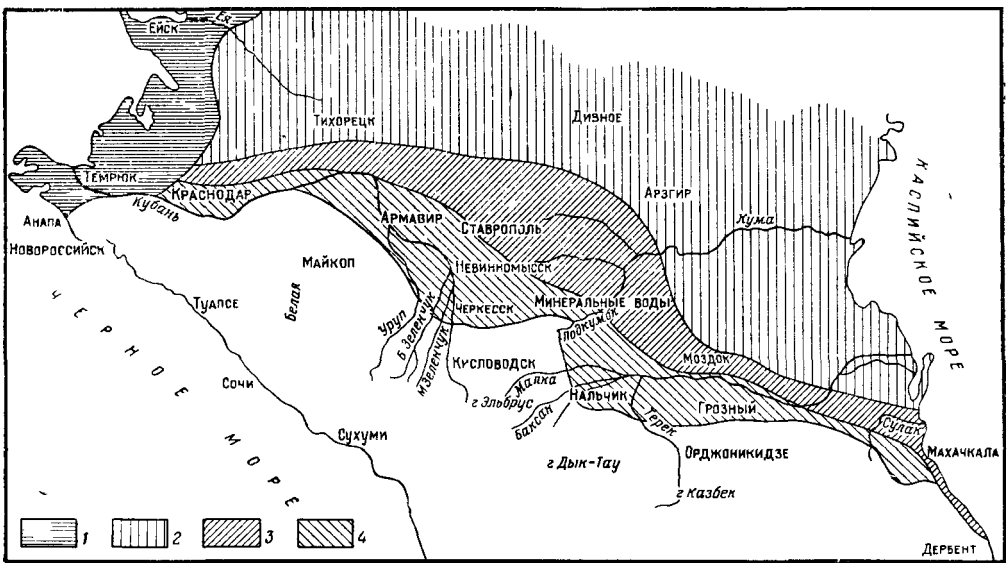


Рис 33 Карта зональности минеральных озер Северного Кавказа (Составил Н А Григорьев)

1 — область приморских озер, *2* — область континентальных хлоридно-натриевых озер, *3* — область континентальных хлоридно-сульфатных озер; *4* — область континентальных сульфатно-хлоридных озер

Как отмечает Б. Л. Исаченко (1915, 1927), разложение органики наиболее интенсивно протекает в начальной стадии грязеобразовательных процессов при относительно невысоких концентрациях среды. Напротив, с увеличением концентрации последней главная роль в образовании сероводорода принадлежит уже десульфуризаторам.

Обращает на себя внимание также количественное распределение микроорганизмов по физиологическим группам. Так, на первом месте стоят группы сульфатредуцирующих, денитрифицирующих, тионовокислых бактерий, на втором — гнилостных, на третьем — анаэробных фиксаторов азота, на четвертом — целлюлозных анаэробных и аэробных и, наконец, на последнем — нитрифицирующих. Такое распределение бактерий свидетельствует о доминирующей роли в грязеобразовании процессов десульфуризации. Второстепенное значение в этом отношении имеют окисление сернистых соединений и денитрификация, с которой связана потеря части азотистых соединений. Еще менее интенсивно протекают процессы, обусловливающие обогащение минеральных грязей азотом и продуктами распада клетчатки. Наконец, совершенно незначительная роль в процессах грязеобразования принадлежит нитрификации.

Изучение О. Ю. Волковой отобранных нами проб рапы показало, что оптимальной для микроорганизмов грязеобразователей является минерализация, лежащая в пределах 50—100 *г/кг*. Это свидетельствует о том, что в большей части минеральных озер Северного Кавказа в настоящее время грязеобразовательные процессы протекают медленно. Для того чтобы новообразование грязей происходило более интенсивно, необходимо осуществить искусственное обводнение озер.

ЗАПАСЫ ЛЕЧЕБНЫХ ГРЯЗЕЙ

К сульфатно-хлоридным озерам, развитым в пределах Ставропольского края, относятся: Баталпашинские, Тамбуканские, Лысогорские и Алексеевское. На территории Краснодарского края расположены следующие озера этого типа: Убежинские, Ханское, Балки Камянского, Бугазское. Запасы в них лечебных грязей приведены в табл. 74.

Таблица 74

Запасы лечебных грязей сульфатно-хлоридных озер *

Озера	Возраст пород, принимающих участие в строении водоема	Запасы грязей, тыс. *т*	Формула Курлова отжатого грязевого раствора
Большое Баталпашинское	Средний майкоп	2025	$M_{10}\frac{SO^4_{51}Cl_{48}HCO^3_1}{(Na+K)_{77}Mg_{22}}$
Малое Баталпашинское	То же	183	$M_{12}\frac{Cl_{53}SO^4_{46}HCO^3_1}{(Na+K)_{84}Mg_{16}Ca_1}$
Большое Тамбуканское	Баталпашинская, септарневая, зеленчукская свиты	900	$M_6\frac{SO^4_{65}Cl_{34}HCO^3_1}{(Na+K)_{54}Mg_{43}Ca_1}$
Малое Тамбуканское	То же	Незначительные	$M_1\frac{SO^4_{50}Cl_{49}HCO^3_1}{(Na+K)_{67}Mg_{24}Ca_9}$
Алексеевское	Майкоп	104	$M_{4,6}\frac{SO^4_{75}Cl_{24}HCO^3_1}{(Na+K)_{51}Mg_{46}Ca_1}$
Большое Убежинское	Средний сармат	300	$M_{16}\frac{SO^4_{67}Cl_{33}}{(Na+K)_{68}Mg_{32}}$
Малое Убежинское	То же	13	$M_{19}\frac{SO^4_{77}Cl_{23}}{(Na+K)_{64}Mg_{36}}$

* Озера, по которым имеются данные о ресурсах минеральных солей и отсутствуют сведения о лечебных грязях, в таблице не приводятся.

Хлоридно-сульфатными являются Калиновское (Северное), Сергиевское, Донско-Балкинское (Свиное) и Петровское (Лушниковское) озера, находящиеся в пределах Ставропольского края.

Запасы в них лечебных грязей иллюстрируются табл. 75.

Хлоридно-натриевые озера сосредоточены в северной и северо-восточной частях Ставропольского края. К ним относятся: Большое Птичье (Преградненское), Малое Птичье (Гнилое), Большое Довсун (Арзгирское), Малое Довсун.

Таблица 75

Запасы лечебных грязей хлоридно-сульфатных озер

Озера	Возраст пород, принимающих участие в строении водоема	Запасы грязей, тыс. *т*	Формула Курлова отжатого грязевого раствора
Калиновское	Нижний сармат	619	$M_{14}\frac{SO^4{}_{53}Cl_{47}}{(Na+K)_{68}Mg_{32}}$
Сергиевское	Мамайский горизонт	199	$M_{12}\frac{Cl_{74}SO^4{}_{25}}{(Na+K)_{77}Mg_{22}}$
Донско-Балкинское	То же	241	$M_{17}\frac{Cl_{75}SO^4{}_{25}}{(Na+K)_{83}Mg_{17}}$
Петровское	Нижний и средний сармат	1604	$M_{15}\frac{Cl_{53}SO^4{}_{47}}{(Na+K)_{83}Mg_{16}}$

Большая часть озер этого типа представляет интерес главным образом как месторождения поваренной соли. Приуроченные к ним лечебные грязи отличаются грубым механическим составом и сравнительно небольшими запасами. В некоторых из них изучение и подсчет запасов лечебных грязей не производились и поэтому в табл. 76 эти озера не фигурируют.

Таблица 76

Запасы лечебных грязей хлоридно-натриевых озер

Озера	Возраст пород, принимающих участие в строении водоема	Запасы грязей, тыс. *т*	Формула Курлова отжатого грязевого раствора
Большое Птичье	Древнечетвертичные лёссовидные суглинки	1091	$M_{10}\frac{Cl_{76}SO^4{}_{24}}{(Na+K)_{68}Mg_{32}}$
Малое Птичье	То же	Незнач.	$M_{12}\frac{SO^4{}_{59}Cl_{41}}{(Na+K)_{69}Mg_{30}}$
Большое Довсун	„ „	613	$M_{10}\frac{Cl_{89}SO^4{}_{10}}{(Na+K)_{66}Mg_{33}}$
Малое Довсун	„ „	Незнач.	$M_{3}\frac{Cl_{87}SO^4{}_{12}}{(Na+K)_{69}Mg_{27}}$
Большое Воздвиженское	„ „	140	—
Дальнее Воздвиженское	„ „	100	—
Можарское	„ „	100	—

К числу первоочередных объектов для бальнеологического использования, кроме Тамбукана, давно уже эксплуатирующегося, относятся Петровское, Большое и Малое Баталпашинские, а также оз. Довсун.

Глава VI

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ

В основу гидрогеологического районирования территории Северного Кавказа положена схематическая карта гидрогеологического районирования территории СССР (м-ба 1 : 10 000 000), составленная ВСЕГИНГЕО *.

Ниже приводится описание гидрогеологических районов второго порядка с более дробным расчленением их на гидрогеологические районы более высокого порядка (рис. 34).

1. БАССЕЙН ПОДЗЕМНЫХ ВОД БОЛЬШОГО КАВКАЗА С СИСТЕМОЙ МАЛЫХ МЕЖГОРНЫХ И ПРЕДГОРНЫХ АРТЕЗИАНСКИХ БАССЕЙНОВ (ГОРНОСКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ)

Этот бассейн занимает обширную площадь, ограниченную на западе Азовским, на юго-западе — Черным и на востоке — Каспийским морями; в южной части он переходит на территорию Грузинской ССР и Азербайджанской ССР, а на севере граничит с Азово-Кубанским и Терско-Кумским артезианскими бассейнами. В пределах его выделяются пять гидрогеологических районов третьего порядка: 1А — южный моноклинальный склон Большого Кавказа — бассейн подземных вод мезо-кайнозойских отложений с системой малых предгорных артезианских бассейнов; 1Б — горноскладчатая область центральной части Большого Кавказа — бассейн подземных вод докембрийско-палеозойских пород и 1В — северный моноклинальный склон Большого Кавказа — бассейн подземных вод мезо-кайнозойских отложений; 1Г — система малых артезианских бассейнов Таманского полуострова и 1Д — горноскладчатая область восточной части Большого Кавказа — бассейн подземных вод юрских и меловых отложений.

1А. Южный моноклинальный склон Большого Кавказа с системой малых предгорных артезианских бассейнов (бассейн подземных вод мезо-кайнозойских отложений). В структурном отношении данный район представляет собой ряд синклинальных зон, к которым приурочены предгорные малые артезианские бассейны. Наиболее крупной из них является Анапско-Агойская, протягивающаяся по побережью Черного моря от г. Анапы до г. Туапсе и переходящая в юго-восточном направлении в Лазаревско-Головинскую и далее в Хостинскую синкли-

---

* Карта составлена: В. И. Духаниной, И. К. Зайцевым, В. И. Куделиным, Н. А. Мариновым, Ф. А. Макаренко, М. Р. Никитиным, А. М. Овчинниковым, Н. В. Роговской, Д. С. Соколовым, Н. И. Толстихиным.

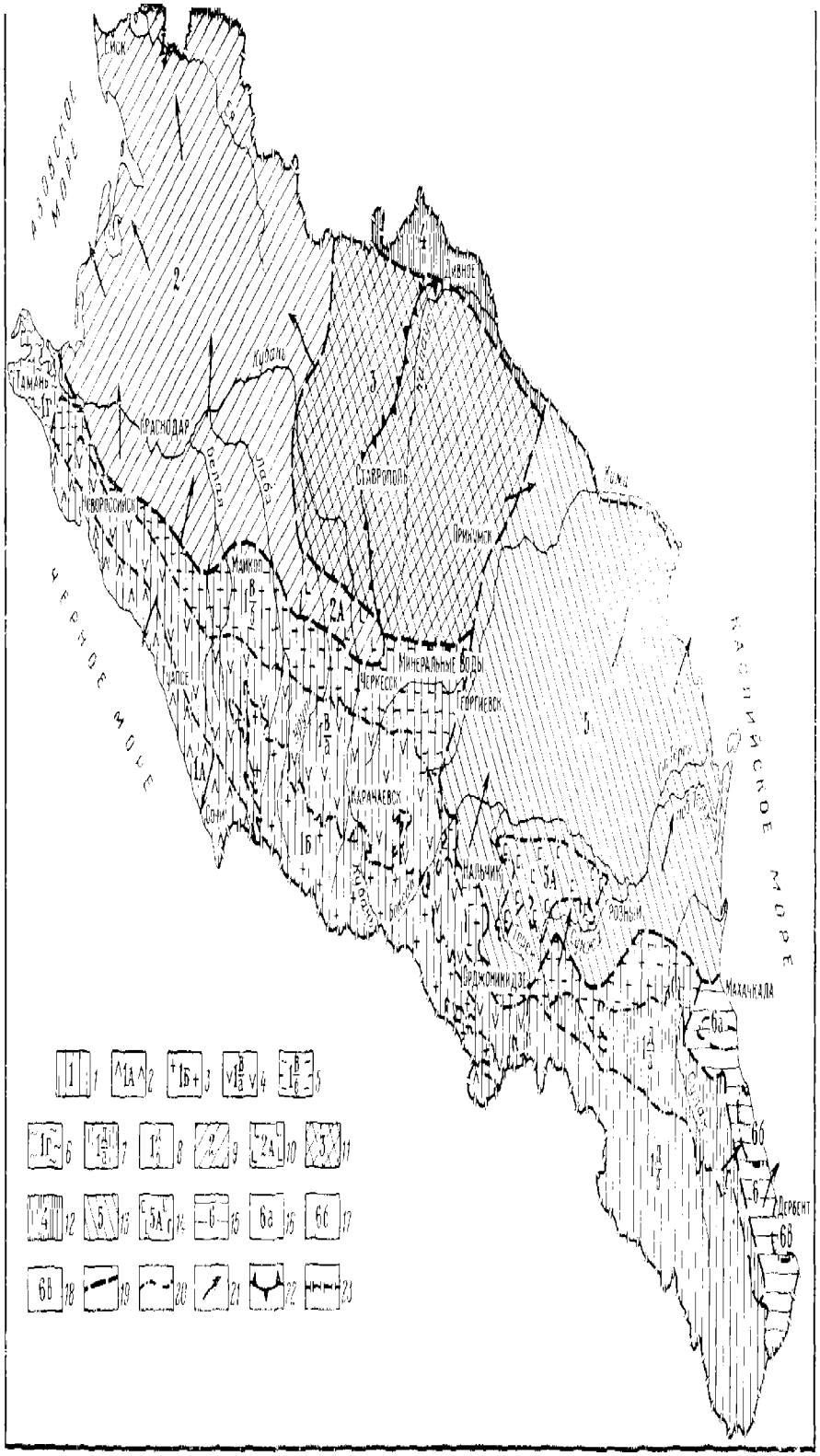


Рис 34 Схематическая карта гидрогеологических районов Северного Кавказа (Составили С. А Шагоянц, Н С Погорельский)

1 – бассейн подземных вод Большого Кавказа с системой малых межгорных и предгорных артезианских бассейнов. 2 – моноклиналь южного склона Большого Кавказа с системой малых предгорных артезианских бассейнов. 3 – горно-складчатая область центральной части Большого Кавказа, 4 – горная область моноклиналей северного склона Большого Кавказа, 5 – полоса предгорной моноклинали северного склона Большого Кавказа; 6 – система малых артезианских бассейнов Таманского полуострова, 7 – складчатая зона известняков южного Дагестана, 8 – область моноклинальной складчатости Южного Дагестана 9 – Азово-Кубанский артезианский бассейн, 10 – Невинномысский артезианский бассейн, 11 – бассейн подземных вод Ставропольского свайного поднятия и его склонов, 12 – Манычский артезианский бассейн, 13 – Терско-Кумский артезианский бассейн, 14 – горно-складчатая область Передовых хребтов Северного Кавказа с Алханчуртским артезианским бассейном, 15 – Дагестанский артезианский бассейн с системой малых артезианских бассейнов, 16 – Буйнакский артезианский бассейн, 17 – Кизилюртский артезианский бассейн, 18 – Дербентский артезианский бассейн; 19 – границы бассейнов второго порядка, 20 – границы бассейнов третьего и четвертого порядков, 21 – направление движения подземных вод в напорной зоне, 22 – линия водораздела между Азово-Кубанским и Терско-Кумским бассейнами 23 – граница территории Северного Кавказа

нальные зоны. Между Лазаревско-Головинской зоной и горноскладчатой областью проходит так называемая Невей-Аутлинская ступень В гидрогеологическом отношении район южного моноклинального склона изучен довольно слабо, особенно это относится к водам глубокой циркуляции мезозойских и кайнозойских отложений Последние вскрыты буровыми скважинами лишь на небольшом участке прибрежной полосы — в районе Сочи — Мацеста и частично Новороссийска Сравнительно изученными являются грунтовые воды, выходящие в виде родников в эрозионных врезах горной части территории, из отложений мезозойского комплекса. Грунтовые воды, связанные с юрскими и меловыми отложениями, залегающими неглубоко от поверхности в песчаниках, алевролитах и известняках, имеют обычно невысокую минерализацию (до 1 *г/л*) и по химическому составу относятся чаще к гидрокарбонатно-кальциевым и реже к гидрокарбонатно-сульфатно-натриевым, при этом грунтовые воды меловых отложений менее минерализованные по сравнению с грунтовыми водами юрских отложений. Грунтовые воды делювиальных и аллювиальных отложений также пресные (до 0,5 *г/л*), гидрокарбонатно-кальциевого состава. Дебиты родников, приуроченных к меловым отложениям, изменяются от 0,1 до 3—4 *л/сек,* юрских — от 0,01 до 1—2 *л/сек* и четвертичных — от 0,1 до 5—6 *л/сек.* Наиболее водообильными из четвертичных отложений являются аллювиальные Удельные дебиты скважин (в долине р. Сочи) достигают 15 *л/сек.*

Напорные воды юрских и меловых отложений в области поверхностного их залегания имеют сравнительно небольшую минерализацию; в зоне погружения под более молодые образования, с увеличением глубины от 400 до 1000 *м* и более, минерализация вод сильно возрастает и в прибрежной полосе (Сочи — Мацеста) достигает 8—35 *г/л*

Воды юрских и меловых отложений по условиям циркуляции относятся к трещинным и трещинно-пластовым. Максимальная водообильность отложений отмечается лишь на участках тектонических нарушений, где дебиты скважин в отдельных случаях при самоизливе достигают 10 *л/сек*

Для целей водоснабжения может быть рекомендован в первую очередь водообильный горизонт аллювиальных отложений, воды которого обладают хорошим качеством Кроме того, могут быть использованы воды верхнемеловых и нижнемеловых отложений в области их поверхностного распространения. На участках же погружения их под отложения палеогена воды минерализованы и совершенно непригодны для питьевых целей. Напорные воды палеогеновых и юрских отложений также непригодны для водоснабжения в связи со слабой водоносностью отложений и высокой минерализацией вод

Особую ценность в выделенном районе представляют минеральные — сероводородные (район Сочи — Мацеста) и углекислые воды (район Красной Поляны) Характеристика их приведена в разделе «Минеральные воды»

1Б. Горноскладчатая область центральной части Большого Кавказа (бассейн трещинных и трещинно-жильных вод докембрийско-палеозойских пород). Рассматриваемая область сложена докембрийскими и палеозойскими породами — изверженными и метаморфическими и в меньшей степени осадочными дислоцированными образованиями (верхний и средний палеозой) В коре выветривания докембрийских и палеозойских пород развиты грунтовые поровые, трещинные и трещинно-жильные воды, которые с глубиной приобретают напор. Напорные воды глубокой циркуляции в этом регионе изучены слабо Они вскрыты скважинами лишь на площадях некоторых рудных месторождений.

Удельные дебиты скважин не превышали 0,001 *л/сек*. Минерализация вод чаще повышенная и высокая Дебиты родников не превышают 0,1—0,2 *л/сек* Наиболее водообильным является комплекс четвертичных отложений (моренные, делювиальные и аллювиальные), дебиты родников которых составляют 0,1—15 *л/сек* и более

Территория описываемого района заселена слабо, небольшие населенные пункты концентрируются в долинах крупных рек, где водоснабжение их осуществляется за счет вод рек и родников, выходящих из четвертичных, докембрийских и палеозойских пород Особого внимания заслуживают минеральные источники, развитые в пределах горноскладчатой области

1В Северный моноклинальный склон Большого Кавказа (бассейн подземных вод мезозойских и кайнозойских отложений). Северный моноклинальный склон Большого Кавказа простирается широкой полосой в субширотном направлении и сложен юрскими, меловыми, палеогеновыми и неогеновыми отложениями Мезо-кайнозойские образования в значительной степени отличаются от палеогеновых и неогеновых по водообильности, условиям циркуляции и качеству вод В них преимущественно развиты трещинные и трещинно-пластовые воды, большей частью хорошего качества В палеоценовых и эоценовых преобладают трещинные и в меньшей степени трещинно-пластовые воды низкого качества Водообильность отложений слабая Практически безводными или содержащими высокоминерализованные воды являются отложения майкопской серии Отложения неогена, представленные мощной песчано-глинистой толщей, содержат преимущественно порово-пластовые воды, в большинстве случаев хорошего качества

В связи с различными гидрогеологическими условиями в пределах района северного моноклинального склона выделяются два гидрогеологических района четвертого порядка бассейн трещинных и трещинно-пластовых вод мезозойского комплекса пород (горная область) и бассейн подземных вод кайнозойского комплекса отложений (полоса предгорий)

1А—В Горная область северного моноклинального склона Большого Кавказа (бассейн трещинных и трещинно-пластовых вод мезозойского комплекса отложений) В пределах выделенного района развиты триасовые, юрские, меловые и четвертичные водоносные комплексы

Четвертичные отложения в рассматриваемом районе имеют широкое распространение Они представлены преимущественно делювиальными, моренными и аллювиальными образованиями Наиболее водообильными из них являются аллювиальные отложения Удельные дебиты скважин, вскрывших последние, достигают 15 *л/сек*, минерализация вод не превышает 0,5 *г/л* Водообильность делювиальных отложений неравномерная — дебиты родников колеблются от 0,1 до 10 *л/сек*, причем наиболее водообильные родники встречаются в районе распространения верхнеюрских и валанжинских пород Воды моренных отложении имеют локальное распространение Дебиты приуроченных к ним родников составляют 0,1—3 *л/сек*

Верхнемеловой водоносный горизонт, приуроченный к толще известняков и мергелей, на описываемой территории имеет широкое распространение Он принадлежит к числу наиболее водообильных

Дебиты родников в зоне активной циркуляции изменяются от 0,5 до 200 *л/сек* Воды по составу преимущественно гидрокарбонатно-кальциевые с минерализацией до 0,5 *г/л* Устанавливается прямая связь

между режимом водоносного горизонта и количеством выпадающих атмосферных осадков

Подавляющее большинство скважин, пройденных в напорной зоне, самоизливается (высота напора изменяется от нескольких до 200 *м* выше устья буровых) Дебиты их при свободном самоизливе колеблются от сотых долей до 20 *л/сек* Химический состав вод гидрокарбонатно-кальциево-натриевый, гидрокарбонатно-натриевый Из нижнемеловых отложений наиболее водообильными являются доломитизированные известняки валанжинского яруса и менее водообильными — песчано-глинистая толща готерива—альба Дебиты родников, выходящих из отложений валанжинского яруса, колеблются от 0,5 до 50 *л/сек*, а из отложений готерива—альба — не превышают 2—3 *л/сек* В напорной зоне центральной части района в отложениях валанжина вскрыты пресные гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые воды с минерализацией до 0,8 *г/л* В районе КМВ, в зонах тектонических нарушений, скважинами встречены углекислые (минеральные) воды с минерализацией до 7 *г/л* Грунтовые воды песчано-глинистой толщи готерива—альба пресные гидрокарбонатно-кальциевые, гидрокарбонатно-натриевые и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые Напорные воды глубокой циркуляции, развитые в этих отложениях, в подавляющем большинстве имеют минерализацию до 1 *г/л*, гидрокарбонатно-сульфатно-натриевый состав и лишь в нижней части разреза они имеют повышенную минерализацию

Дебиты скважин при свободном самоизливе (при срезках пьезометрического уровня до 500 *м*) достигают 60 *л/сек*, удельные дебиты изменяются от 0,01 до 0,2 *л/сек*

Водоносный комплекс отложений верхней юры представлен водообильными карбонатными и терригенными осадками, в верхней части которых заключены безнапорные пресные воды Дебиты отдельных родников, выходящих из этих отложений (Кара-Су и др), достигают более 300 *л/сек* Воды глубокой циркуляции верхнеюрских отложений в большинстве случаев имеют невысокую минерализацию (0,8—1,5 *г/л*)

Комплекс отложений средней юры, за исключением ааленского яруса, представленный в основном водоупорными глинистыми и реже песчано-глинистыми сланцами, является слабоводоносным Водоносность его проявляется лишь на участках развития дизъюнктивных нарушений и в редких прослоях песчаников и алевролитов

Нижнеюрский комплекс характеризуется слабой водообильностью глинистых сланцев (аргиллитов), алевролитов и песчаников Качество напорных вод в зоне глубокой циркуляции большей частью неудовлетворительное — они имеют повышенную и чаще высокую минерализацию По химическому составу воды относятся в большинстве своем к хлоридно-натриевым Грунтовые воды зоны активной циркуляции являются пресными (0,5—1 *г/л*) гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевыми (магниевыми и натриевыми)

Из нижнеюрских отложений на территории Ставропольского края и Северо-Осетинской АССР в долинах рек, помимо пресных родников, известны выходы углекислых минеральных источников

Триасовые отложения развиты в западной части района, но водоносность их не изучена

Водоснабжение населенных пунктов, расположенных по долинам крупных рек, осуществляется за счет речных вод и вод родников, выходящих из верхнеюрских, меловых и четвертичных отложений, а также грунтовых вод делювиальных и аллювиальных отложений, вскрываемых неглубокими колодцами и скважинами Для водоснабжения также могут быть использованы и подземные воды отложений верхней юры,

валанжина и апта—готерива, имеющие здесь сравнительно небольшую минерализацию.

1Б—В. Полоса предгорий северного моноклинального склона Большого Кавказа (Бассейн подземных вод кайнозойского комплекса отложений). В пределах указанного гидрогеологического района наиболее широким развитием пользуется палеогеновый водоносный комплекс.

Грунтовые воды четвертичных отложений (делювиальные и аллювиальные) преимущественно пресные. На участках развития отложений майкопской серии воды делювия и аллювия обычно имеют повышенную (1—3 *г/л*) и часто высокую (20—50 *г/л*) минерализацию.

В верхнеплиоценовом водоносном комплексе (галечники, пески, глины и суглинки) наиболее водообильными являются галечники. Суглинки, широко развитые в центральной части территории (Северная Осетия), являются безводными или слабоводоносными. Куяльницкий и киммерийский водоносные горизонты развиты только в западной части гидрогеологического района на территории Краснодарского края. Водообильность их высокая. Качество вод хорошее. Дебиты родников значительные.

Водоносный комплекс нижнего плиоцена (понтический ярус — глины, пески, галечники и реже известняки и песчаники) протягивается в виде узкой и прерывистой полосы в предгорной части Кавказа. Дебиты родников не превышают 1 *л/сек*.

Водоносный комплекс верхнего миоцена имеет сравнительно ограниченное площадное распространение. Мэотический водоносный горизонт недостаточно изучен. Наиболее водообильными в нем являются галечники и пески, а мергели и известняки — слабоводоносные. Родники, приуроченные к мэотическим отложениям (количество их на всей площади не превышает 20—25), имеют дебиты от 0,1 до 1 *л/сек*. Воды их отличаются пестрым химическим составом и минерализацией, причем чаще они имеют повышенную минерализацию (1—3 *г/л*).

Верхнесарматский водоносный комплекс (известняки-ракушечники и песчаники) содержит пресные воды гидрокарбонатно-кальциевого, гидрокарбонатно-кальциево-натриевого и сульфатно-гидрокарбонатно-натриевого состава. Дебиты родников 0,1—3 *л/сек*.

В среднесарматском водоносном комплексе водоносным является горизонт «с типичной фауной» (известняки, известняки-ракушечники, песчаники и глины), содержащий пресные воды. Криптомактровый горизонт, представленный глинами, считается практически безводным.

Нижнесарматский водоносный комплекс (глины с прослойками песков, песчаников и мергелей) характеризуется низкой водообильностью и содержит воды с повышенной (1—3 *г/л*) и высокой (5—10 *г/л*) минерализацией.

В среднем миоцене (глинах, мергелях, песчаниках и песках) наибольшее площадное распространение имеют чокракский и караганский водоносные горизонты. Дебиты родников, выходящих из отложений чокрака и карагана, не превышают 0,5 *л/сек*, воды их имеют повышенную (1—3 *г/л*) и высокую (5—10 *г/л*) минерализацию. Для напорных вод также характерна высокая общая минерализация (более 5 *г/л*), не позволяющая использовать их для питьевых целей. Воды майкопской серии обычно соленые (до 20 *г/л*) и лишь на отдельных участках менее минерализованные (до 3 *г/л*).

Следует отметить, что на территории Краснодарского края майкопские отложения содержат большое количество песчаных прослоев, к которым приурочены воды с минерализацией 1,5—3 *г/л*.

Хадумский водоносный горизонт (глины, мергели и песчаники) является более водообильным, но воды его отличаются высокой минерализацией (20—30 *г/л*).

Водообильность отложений палеоцена и эоцена (мергелей, аргиллитов и песчаников) слабая; удельные дебиты скважин колеблются от 0,05 до 0,0001 *л/сек* и менее. Дебиты родников в зоне активной циркуляции незначительные. Химический состав воды пестрый. Общая ее минерализация изменяется в широких пределах.

Условия водоснабжения территории описываемого гидрогеологического района менее благоприятны по сравнению с вышеописанным районом. Основными источниками водоснабжения здесь служат воды аллювиальных отложений, а также воды родников, выходящих из плиоценовых и верхнемиоценовых отложений.

1Г. Система малых артезианских бассейнов Таманского полуострова. В орогидрографическом отношении территория района разделяется на две части: западную — собственно Таманский полуостров с обширными заливами и лиманами, разъединяющимися небольшими возвышенностями, и восточную — западное окончание северных предгорий Кавказского хребта. Наиболее широкое развитие в районе получили водоносные горизонты отложений куяльницкого и киммерийского ярусов, а отложения нижнего плиоцена, миоцена, эоцена и палеоцена имеют ограниченное распространение на поверхности, слагая небольшие куполовидные антиклинальные возвышенности, разделенные пологими синклинальными долинами. Синклинальные структуры представляют собой небольшие артезианские бассейны, в строении которых принимают участие слабонапорные водоносные горизонты среднего плиоцена.

Питание грунтовых вод, развитых в четвертичных и дочетвертичных отложениях, залегающих неглубоко от поверхности, осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и морских вод. Питание напорных вод происходит в краевых зонах синклинальных структур за счет тех же источников. Разгрузка водоносных горизонтов вследствие слабой расчлененности рельефа осуществляется слабо, что создает весьма затрудненные условия для водообмена и способствует увеличению минерализации вод. Напорные воды, залегающие сравнительно неглубоко от поверхности, частично разгружаются в четвертичные отложения. Движение подземных вод весьма замедленное вследствие малых значений гидравлического градиента, особенно это относится к напорным водам, приуроченным к плиоценовым и другим более глубоким водоносным горизонтам.

В четвертичных отложениях грунтовые воды приурочены к следующим отложениям: современным эоловым, современным морским, лиманным и дельтовым, элювиальным, покровным суглинкам террас и делювиального шлейфа, аллювиальным и аллювиально-делювиальным отложениям террас и к отложениям морских террас (рис. 35).

Грунтовые воды четвертичных отложений на большей части территории района имеют повышенную минерализацию. Поэтому они малопригодны для целей водоснабжения.

Для грунтовых вод дочетвертичных отложений понтических, верхнемиоценовых, среднемиоценовых, нижнемиоценово-олигоценовых и эоценовых также характерна повышенная и высокая минерализация (3—40 *г/л*).

Напорные воды, развитые на территории описываемого района, приурочены к верхнеплиоценовым, среднеплиоценовым, верхнемиоце-

новым, среднемиоценовым, нижнемиоценово-олигоценовым и эоценовым отложениям. Воды более глубоких горизонтов здесь не изучены.

Воды отложений верхнего плиоцена имеют широкое развитие на территории и приурочены обычно к мелко- и среднезернистым пескам. Они имеют сравнительно небольшую минерализацию (от 0,9 до 1,5 *г/л*), общая жесткость их не превышает 9 *мг·экв/л*. Пресные воды по химическому составу относятся к гидрокарбонатно-натриевым и сульфатно-

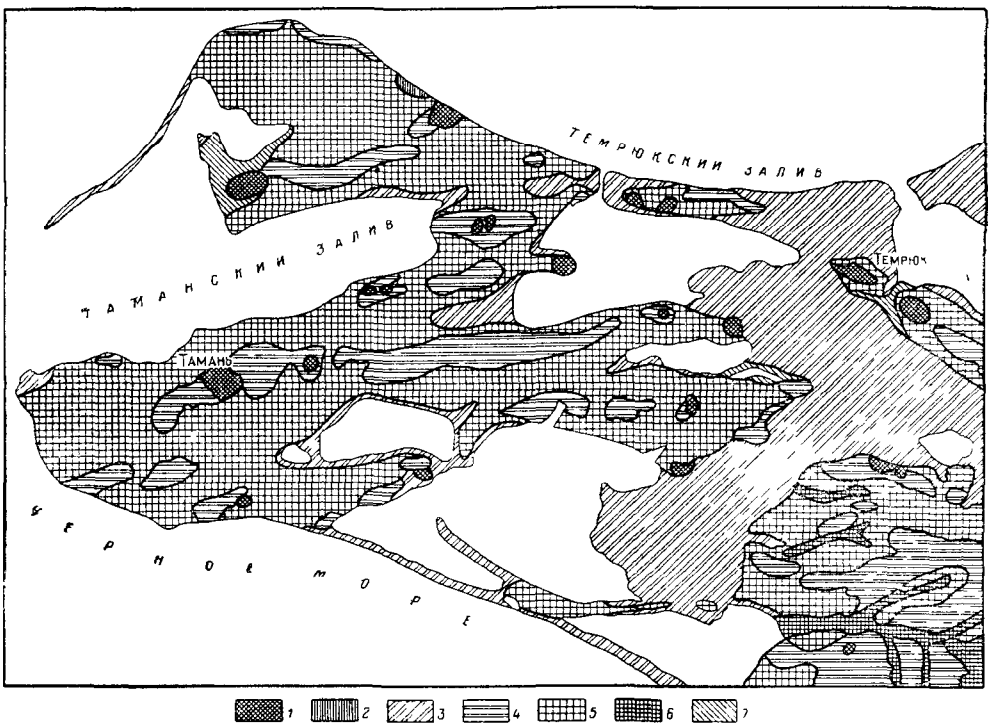


Рис. 35 Схематическая карта грунтовых вод четвертичных отложений Таманского гидрогеологического района (Составил В А. Лободин)

Водоносные горизонты *1* — сопочных отложений грязевых вулканов (глинистая масса с обломками пород), *2* — современных морских лиманных и дельтовых отложений (пески с галькой и гравием) *3* — элювиальных отложений (суглинков, супесей), *5* — покровных суглинков террас и делювиального шлейфа (суглинки, с линзами супесей и песков), *6* — аллювиальных и аллювиально-делювиальных отложений террас (пески с галькой), *7* — морских отложений карангатских слоев (пески)

натриевым, а с более повышенной минерализацией — к хлоридно-натриевым. Пресные воды используются для целей водоснабжения (рис. 36).

Воды отложений куяльницкого яруса широко развиты в районе и приурочены к пескам средне- и мелкозернистым, иногда к глинистым, среди которых встречаются небольшие прослойки (до 10 *см*) плотного массивного песчаника. Дебиты скважин изменяются от 0,17 до 3,3 *л/сек*; удельные дебиты составляют 0,01—0,2 *л/сек*. По степени минерализации и химическому составу воды чрезвычайно разнообразны. Минерализация их изменяется от 0,2 до 7 *г/л*. По химическому составу слабо минерализованные воды относятся к гидрокарбонатно-кальциевым и гидрокарбонатно-натриевым, с повышенной минерализацией — к сульфатно-натриевым и сульфатно-хлоридно-натриевым и с высокой — к хлоридно-сульфатно-натриевым и хлоридно-натриевым.

Отложения киммерийского яруса также получили значительное распространение в районе. К песчано-глинистым отложениям приурочено несколько водоносных горизонтов, разделенных прослоями глин, весьма не выдержанных по мощности и простиранию. Воды их вскрыты многочисленными скважинами и колодцами. В краевых зонах, окаймляющих антиклинальные гряды, они являются грунтовыми, а по мере продвижения к осевым частям синклиналей становятся напорными

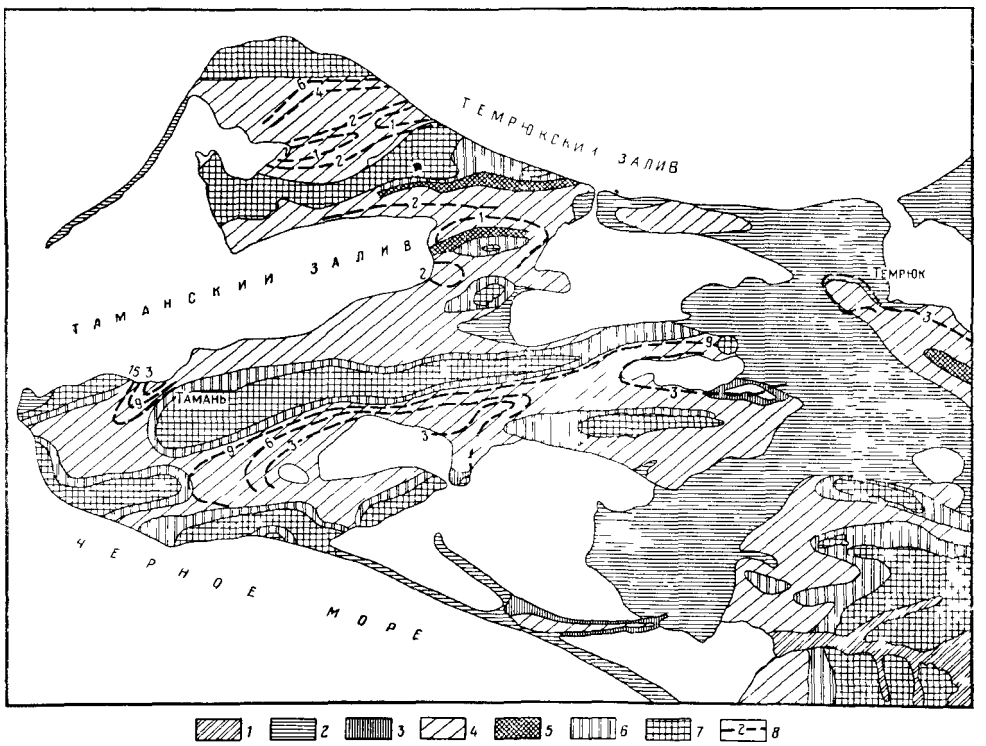


Рис 36 Схематическая карта подземных вод четвертичных и дочетвертичных отложений Таманского гидрогеологического района (Составил В А Лободин)

Водоносные горизонты и комплексы отложений *1* — аллювиальных и аллювиально делювиальных отложений террас (пески с галькой), *2* — современных морских лиманных и дельтовых (пески с галькой и гравием), *3* — морских отложений каспийских террас (глинистые пески с прослойками глин), *4* — верхнего плиоцена (глины, пески, супеси), *5* — куяльницкого яруса (глины, пески), *6* — киммерийского яруса (глины, пески), *7* — эоцена — нижнего плиоцена (глины с прослойками мергелей, песчаников и песков), *8* — изолинии минерализации вод (*г/л*) водоносных комплексов отложений среднего плиоцена

Водообильность отложений неравномерная — удельные дебиты скважин изменяются от 0,04 до 0,3 *л/сек* Воды имеют минерализацию от 0,4 до 9 *г/л*, причем наименее минерализованные воды приурочены к крыльям складок, а в центральной части развиты воды с повышенной и чаще с высокой минерализацией.

По химическому составу слабо минерализованные воды являются гидрокарбонатно-кальциевыми (натриевыми), с повышенной минерализацией — сульфатно-натриевыми и сульфатно-хлоридно-натриевыми, а с высокой — хлоридно-натриевыми и хлоридно-сульфатно-натриевыми.

Напорные воды отложений нижнего плиоцена, верхнего и среднего миоцена, нижнего миоцена—олигоцена и эоцена в подавляющем большинстве сильно минерализованы (до 50 *г/л*), имеют хлоридно-натрие-

вый состав и часто газируют метаном. Дебит скважин при свободном самоизливе колеблется от 0,3 до 6 *л/сек*.

В отношении водоснабжения описываемый район находится в неблагоприятных условиях, так как грунтовые и напорные пресные воды с сухим остатком до 1 *г/л* имеют весьма ограниченное распространение. Поверхностные воды рек, заливов и лиманов также чаще обладают повышенной минерализацией. Основным источником водоснабжения служат грунтовые и напорные воды отложений верхнего, среднего и нижнего плиоцена, причем только на крыльях складок, где они имеют еще сравнительно небольшую минерализацию.

1Д. Горноскладчатая область восточной части Большого Кавказа (Бассейн подземных вод области распространения меловых и юрских образований). Рассматриваемый район занимает область распространения терригенных образований нижней и средней юры, а также карбонатных отложений верхней юры и мела. В пределах его выделяются два района четвертого порядка. Первый из них охватывает складчатую зону известнякового Дагестана (верхняя юра, нижний и верхний мел), а второй — зону изоклинальной складчатости области развития аспидных сланцев и песчаников нижней и средней юры.

1А—Д. Складчатая зона известнякового Дагестана (бассейн подземных вод карбонатных образований верхней юры — мела). В пределах рассматриваемой территории грунтовые воды приурочены к делювиальным образованиям, характеризующимся сравнительно высокой водообильностью. Дебит подавляющего большинства родников составляет 0,5—2 *л/сек*. Воды имеют гидрокарбонатно-кальциевый состав, при минерализации чаще менее 1 *г/л*.

Водоносный горизонт, приуроченный к отложениям верхнего мела, валанжина, готерива и баррема, представленным в основном известняками, имеет свободный уровень и лишь на отдельных участках, где известняки заключены среди слабопроницаемых глинистых мергелей, он становится напорным. По характеру циркуляции это трещинно-карстовые воды. Дебиты родников достигают 5—10 *л/сек*, но чаще они не превышают 1 *л/сек*. Воды преимущественно гидрокарбонатно-кальциевые с минерализацией 0,3—0,9 *г/л*. Воды мергелистых песчаников апта и альба имеют минерализацию 0,2—1 *г/л*. Дебит приуроченных к ним родников обычно не превышает 0,5 *л/сек*.

Подземные воды района являются основным источником водоснабжения населенных пунктов.

$1\frac{Д}{б}$. Область изоклинальной складчатости Южного Дагестана (бассейн подземных вод терригенных образований средней и нижней юры). На территории этого района развиты как грунтовые, так и напорные воды.

Грунтовые воды делювиальных образований (делювиальные суглинки с обломками песчаников и глинистых сланцев) имеют локальное распространение. Дебит родников выражается преимущественно сотыми долями литра в секунду и редко достигает 1—5 *л/сек*. Воды преимущественно гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые, сульфатно-натриево-кальциевые с минерализацией 0,1—1,3 *г/л*. Грунтовые воды зоны выветривания терригенных образований нижней и средней юры имеют сравнительно широкое площадное распространение.

Дебиты родников составляют 0,05—0,5 *л/сек* и в единичных случаях достигают 1—2 *л/сек*. По ионному составу это преимущественно гидрокарбонатно-кальциевые воды с минерализацией менее 1 *г/л*.

Напорные воды приурочены к песчаникам и алевролитам, залегающим среди аспидных сланцев и глин Водоносные горизонты, заключенные в рассматриваемой толще, по тектоническим трещинам часто гидравлически связаны между собой

Дебит родников, приуроченных к описываемым терригенным образованиям, измеряется обычно десятыми долями литра в секунду и лишь в единичных случаях он достигает 1—2 *л/сек* Общая минерализация вод чаще не превышает 1 *г/л*, ионный состав их пестрый.

Дебит скважин при свободном самоизливе колеблется от 1 до 5 *л/сек*. Воды имеют преимущественно гидрокарбонатно-натриевый состав с минерализацией 1,6—5,4 *г/л* С погружением водоносных горизонтов температура вод возрастает до 50° С, а концентрация в ней сероводорода достигает нескольких десятков миллиграммов на литр, вследствие чего они приобретают бальнеологическое значение.

Пресные родники, выходящие из песчаников и алевролитов нижней и средней юры, используются для водоснабжения населенных пунктов в горных районах

2 АЗОВО-КУБАНСКИЙ АРТЕЗИАНСКИЙ БАССЕЙН

Артезианский бассейн приурочен к глубокой предгорной Азово-Кубанской впадине, выполненной мощной толщей мезо-кайнозойских отложений

В пределах его подземные воды приурочены ко всем стратиграфическим горизонтам от современных четвертичных до кристаллического фундамента включительно В четвертичных отложениях воды залегают в современных и древних аллювиальных и делювиальных образованиях новоэвксинском (хвалынский), урунджинском (хазарский) и чаудинском (бакинский) ярусах Грунтовые воды аллювиальных отложений приурочены к аллювию горных и равнинных рек, причем аллювиальные образования горных рек более водообильны Воды последних, приуроченные к галечникам и пескам, пресные (0,5—1 *г/л*) гидрокарбонатно-кальциевые Глубины залегания их составляют 5—10 *м* В нижнем течении горных рек воды имеют повышенную и даже высокую минерализацию

Аллювиальные отложения равнинных рек менее водообильны, так как водовмещающими являются мелкозернистые глинистые пески и илы Для их вод характерна пестрая минерализация (0,5—35 *г/л*) и изменчивый химический состав В верховьях рек развиты пресные гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые воды, а в нижнем течении, особенно вблизи устьев, солоноватые, соленые и рассолы пестрого состава. Пресные воды аллювиальных отложений горных и равнинных рек используются для питьевых целей, а солоноватые и соленые — для хозяйственных нужд и водопоя скота

Широко используются для питьевого и хозяйственного водоснабжения и водопоя скота воды делювиальных образований, вскрытые неглубокими колодцами и скважинами.

Помимо грунтовых, на территории бассейна развиты напорные воды, приуроченные к краснодарским и танаисским слоям, армавирской свите, куяльницкому и киммерийскому ярусам и надпонтической толще Краснодарские слои сложены галечниками и песками, переслаивающимися плотными глинами. Водоносные горизонты, залегающие в песчано-галечниковой толще, имеют верхним водоупором глины древнечетвертичного возраста, нижним — глины куяльницкого яруса Пьезометрические уровни их устанавливаются от 0,3 до 5 *м* выше устьев скважин. Водообильность отложений высокая — удельные дебиты сква-

жин изменяются от 0,2 до 0,8 *л/сек* Воды пресные, гидрокарбонатно-кальциевые (0,5—0,8 *г/л*) и лишь в приморской полосе солоноватые (до 2,5 *г/л*), сульфатно-хлоридно-натриевые и гидрокарбонатно-хлоридно натриевые Пресные воды широко используются для целей водоснабжения В частности, г Краснодар эксплуатирует этот водоносный комплекс

Напорный водоносный горизонт танаисских слоев развит в северной части бассейна Он приурочен к пескам и вскрывается скважинами на глубинах 4—110 *м* Пьезометрические уровни воды устанавливаются на глубинах от 1 до 31 *м* ниже устьев скважин Удельные дебиты их изменяются от 0,2 до 2 *л/сек* Воды слабосолоноватые (1,5—3,2 *г/л*) хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые, хлоридно-сульфатно-натриевые, хлоридно-сульфатно натриево-кальциево-магниевые, сульфатно-хлоридно-натриевые Они частично используются для питьевых целей (с минерализацией до 1,5 *г/л*), а в основном — для хозяйственных нужд и водопоя скота

Слабоводообильный горизонт армавирской свиты развит в восточной части бассейна, где приурочен к мелкозернистым пескам, залегающим на глубине до 70 *м* Воды солоноватые и используются главным образом для хозяйственных нужд

В западной части Азово-Кубанского артезианского бассейна широко развиты отложения надпонтической толщи, представленные песками и глинами Удельные дебиты скважин колеблются от 0,2 до 1,5 *л/сек* Воды слабосолоноватые и пресные (0,5—2 *г/л*), наблюдается уменьшение минерализации в направлении с востока на запад Химический состав вод весьма разнообразен хлоридно сульфатно-натриево-кальциевый, сульфатно-натриево-кальциевый, гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый и гидрокарбонатно-натриевый Воды надпонтических отложений широко используются для целей водоснабжения

Куяльницкий и киммерийский водоносные горизонты имеют широкое распространение на территории бассейна Наиболее водообильны из них отложения киммерийского яруса Куяльницкий ярус водоносен только в центральной части бассейна, а в районе Краснодара он представлен безводной толщей глин Куяльницкий водоносный горизонт эксплуатируется очень малым количеством скважин, суммарный дебит которых составляет 437 *л/сек* Воды пресные, минерализация их не превышает 0,8 *г/л* Киммерийский водоносный горизонт имеет широкое распространение на территории бассейна и по существу является основным источником водоснабжения населенных пунктов Он эксплуатируется 577 скважинами, суммарный дебит их составляет 5000 *л/сек,* а средний эксплуатационный дебит одиночных скважин составляет 10 *л/сек* Воды вскрываются на глубинах от 50 до 700 *м,* причем наибольшие глубины наблюдаются в южной и центральной частях бассейна, а наименьшие — в северной Пьезометрические уровни устанавливаются от 20 *м* ниже и до 2—10 *м* выше устьев скважин Удельные дебиты скважин колеблются от 0,04 до 1,8 *л/сек,* при этом преобладающее количество скважин имеют удельные дебиты до 0,5 *л/сек* На большей площади бассейна воды пресные (0,4—0,8 *г/л*) и только в северной и юго-западной частях его слабосолоноватые (до 1,5—2 *г/л*) Химический состав вод различен

Водоносный горизонт понтических отложений получил довольно широкое развитие на территории описываемого бассейна За счет вод его осуществляется водоснабжение населенных пунктов Удельные дебиты одиночных скважин составляют 0,4—0,5 *л/сек* Наиболее хорошо водоносный горизонт изучен в северной и центральной частях бассейна,

где он залегает на глубинах от 140 до 500 *м*, в Западно-Кубанском прогибе глубины возрастают до 1000—1500 *м* Воды приурочены к пескам и реже к известнякам-ракушечникам мощностью от 5 до 40 *м* Пьезометрические уровни устанавливаются в одних скважинах до 40 *м* ниже, а в других — до 3—12 *м* выше их устьев Движение вод происходит в северо-западном направлении — в сторону Азовского моря. Пресные воды (0,5—1 *г/л*) гидрокарбонатно-натриевого состава развиты в юго-восточной и центральной частях бассейна, а солоноватые и соленые (хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые и хлоридно-натриевые) распространены только в юго-западной и восточной частях бассейна

Воды понтического горизонта так же, как и воды киммерийского, являются одним из основных источников водоснабжения территории описываемого региона

Воды мэотического водоносного горизонта изучены слабо, хотя и имеют широкое распространение на территории бассейна В центральной и северной частях бассейна, где рассматриваемые отложения залегают на сравнительно небольших глубинах, воды их не представляют интереса вследствие наличия здесь более водообильных горизонтов пресных вод в отложениях понта и киммерия Пресные воды (до 1 *г/л*) развиты только в юго-восточной части бассейна, в северном и северо-восточном направлениях минерализация их возрастает до 3—5 *г/л*, а в Западно-Кубанском прогибе, где они залегают на глубинах 1000—2000 *м*, достигает 35—60 *г/л*

Воды сарматского яруса используются для водоснабжения только в юго восточной части бассейна Суммарный дебит эксплуатационных скважин равен 759 *л/сек* Удельные дебиты их изменяются от 0,1 до 1,5 *л/сек* Глубины залегания водоносного горизонта колеблются от 200 *м* в юго-восточной части бассейна до 2500 *м* в Западно-Кубанском прогибе К северу глубина залегания вод уменьшается до 300 *м* Наиболее минерализованные воды приурочены также к глубоким зонам бассейна — к Западно-Кубанскому прогибу

Воды среднего и нижнего миоцена, палеогена, мела и юры изучены очень слабо ввиду их глубокого залегания Они являются высоконапорными и имеют минерализацию от 20 до 50 *г/л* и более По характеру циркуляции это трещинные и трещинно-пластовые воды, с температурой от 40 до 100° С По химическому составу они относятся к хлоркальциевому типу

2А. Невинномысский артезианский бассейн. Невинномысский артезианский бассейн (подрайон Азово-Кубанского) расположен в предгорьях Северного Кавказа в пределах Беломечетской синклинали, образованной средним миоценом и глинистой майкопской толщей Дебиты родников, приуроченных к отложениям нижнего сармата, карагана и чокрака, колеблются от 0,1 до 0,5 *л/сек* и реже достигают 1 *л/сек* Минерализация воды составляет 0,5—2 *г/л* По химическому составу слабо минерализованные воды относятся к гидрокарбонатно-кальциевым, воды с повышенной минерализацией (0,8—1 *г/л*) — к сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-магниевым и воды солоноватые (3 *г/л* и выше) — к сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридно-натриевым

Воды родников нижнего сармата и карагана используются для питьевых целей, воды чокракского горизонта главным образом для хозяйственных нужд и реже для питья

Напорные воды вскрываются скважинами в караганских и чокракских горизонтах на глубинах от 17 до 150 *м*

Наиболее водообильными являются отложения чокракского горизонта, которые в основном и эксплуатируются скважинами Пьезомет-

рические уровни воды в скважинах, пробуренных на возвышенных участках в восточной части региона, устанавливаются ниже устьев, а в скважинах, расположенных в долинах рек и балок, поднимаются выше устьев на несколько метров. Дебиты самоизливающихся скважин сравнительно небольшие (0,3—0,6 *л/сек*) и при откачках с понижением уровня на 4 *м* и более они повышаются лишь до 2—3 *л/сек* (рис. 37)

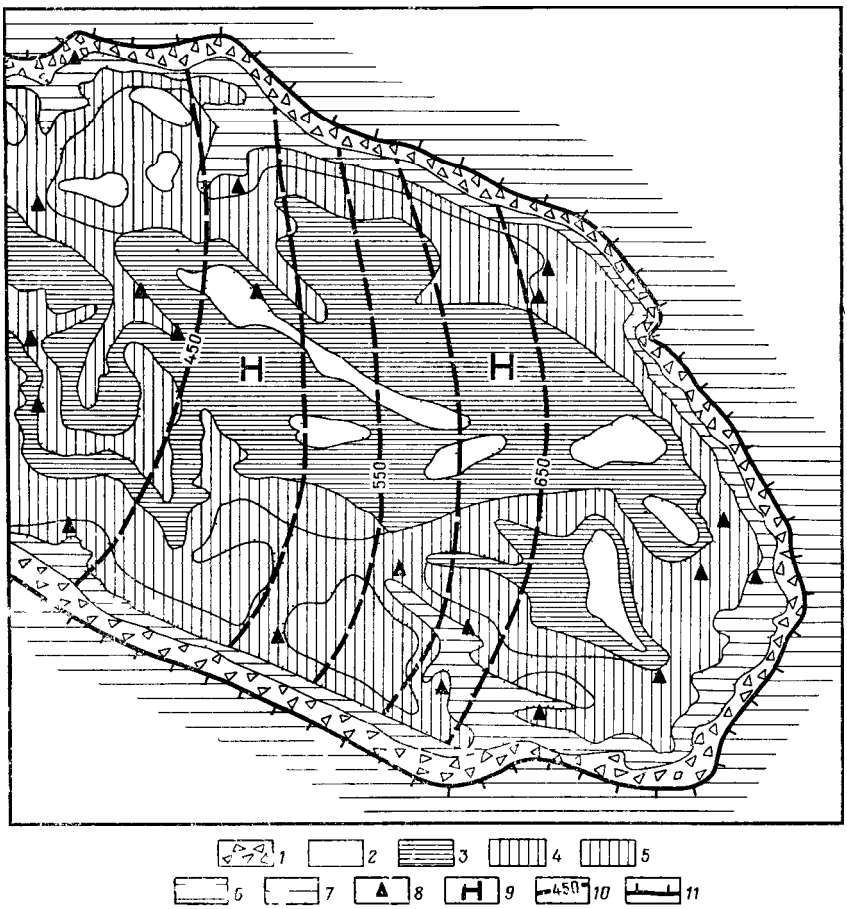


Рис 37 Схематическая гидрогеологическая карта Невинномысского артезианского бассейна (Составил Н С Погорельский)

1 — грунтовый водоносный горизонт делювиальных отложений склонов (суглинки супеси, пески глинистые), *2* — грунтовые водоносные горизонты отложений нижнего сармата (пески); *3* — глины нижнего сармата, *4* — грунтовые водоносные горизонты отложений карагана (области питания), *5* — глины карагана, *6* — глины майкопской серии, *7* — грунтовые водоносные горизонты отложений чокрака (область питания) *8* — родники, *9* — область формирования напорных водоносных комплексов карагана и чокрака в центральной части бассейна, *10* — пьезоизогипсы чокракского водоносного комплекса, *11* — границы Невинномысского артезианского бассейна

Напорные воды карагана и чокрака имеют минерализацию от 1 до 3,5 *г/л*. Пресные воды по химическому составу относятся к гидрокарбонатно-натриево-магниевым, а солоноватые — к сульфатно-хлоридно-магниево-натриевым Движение вод происходит в северо-восточном направлении — в Азово Кубанский артезианский бассейн

Источниками водоснабжения в этом районе являются грунтовые воды отложений нижнего сармата и карагана и напорные воды чок-

ракского горизонта. Кроме того, могут быть использованы также и воды делювиальных и аллювиальных отложений на участках, где они имеют невысокую минерализацию.

3. БАССЕЙН ПОДЗЕМНЫХ ВОД СТАВРОПОЛЬСКОГО СВОДОВОГО ПОДНЯТИЯ И ЕГО СКЛОНОВ

Гидрогеологический район Ставропольского поднятия характеризуется распространением верхнемиоценовых и среднемиоценовых водоносных горизонтов и комплексов, содержащих пресные безнапорные или слабонапорные подземные воды, и на участках погружения — напорные с повышенной минерализацией.

В отложениях верхнего и среднего миоцена, выходящих на поверхность, развиты грунтовые воды, которые дренируются в долинах рек и балок, а также по склонам отдельных возвышенностей.

К верхнесарматским отложениям приурочено до 200 родников, дебиты которых колеблются от 0,5 до 6 *л/сек*, а суммарный дебит составляет 1220 *л/сек*. Воды преимущественно пресные, гидрокарбонатно-кальциевые, с минерализацией 0,5—0,7 *г/л* и реже 1 *г/л*.

Из среднесарматских отложений (горизонт «с типичной фауной») выходят 525 родников с суммарным дебитом более 500 *л/сек*, причем преобладают родники с дебитами 0,5 *л/сек*. Воды преимущественно пресные (0,1—0,4 *г/л*) сульфатно-гидрокарбонатно-натриевые, гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевые, гидрокарбонатно-кальциевые.

Из нижнесарматских отложений выходят 15 родников с суммарным дебитом 5 *л/сек*; дебиты их колеблются от 0,05 до 2 *л/сек*. Минерализация вод изменяется от 0,2 до 6 *г/л*. Пресные воды относятся к гидрокарбонатно-кальциевым, более минерализованные — к хлоридно-сульфатно-натриевым.

Из отложений среднего миоцена в южной части территории в балках и долинах рек выходят 20 родников с суммарным дебитом 17—18 *л/сек*. Минерализация вод составляет 0,5—3 *г/л* и более. По химическому составу пресные воды относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевым, а солоноватые — к сульфатно-гидрокарбонатно-натриевым и сульфатно-хлоридно-натриевым. Воды родников верхнего сармата и горизонта «с типичной фауной» служат источниками водоснабжения населенных пунктов.

Напорные водоносные комплексы, связанные с горизонтами «с типичной фауной», мамайским, нижнесарматским, чокракским и караганским, вскрываются на глубинах от 60 до 350 *м* и приурочены к пескам, песчаникам, известнякам и мергелям. Наиболее водообильными являются пески, рыхлые песчаники и известняки. Скважины, пробуренные в долинах рек, в указанных отложениях дают самоизливающиеся воды, пьезометрические уровни которых поднимаются на несколько метров выше устьев скважин; на возвышенных участках пьезометрические уровни устанавливаются обычно на глубинах от 5 до 20 *м* и более.

Напорные воды среднего сармата (горизонтов «с типичной фауной» и мамайского) пресные и слабосолоноватые (0,5—3,5 *г/л*), причем слабосолоноватые воды развиты в северо-восточной и юго-восточной частях территории, а пресные — в южной. Сухие остатки вод нижнего сармата колеблются от 1,5 до 4 *г/л*, увеличиваясь в северо-восточном направлении. Напорные воды отложений среднего миоцена на всей территории солоноватые и соленые (5—15 *г/л* и более). Удельные дебиты скважин, вскрывающих воду в отложениях среднего и нижнего сармата и сред-

него миоцена, составляют 0,1—0,3 *л/сек*, из них наиболее водообильными являются отложения среднего сармата, а отложения нижнего сармата и среднего миоцена относятся к слабоводообильным; криптомактровый горизонт, сложенный глинами, является практически безводным.

Население большей части территории данного района, сложенной с поверхности мощной толщей глин криптомактрового горизонта, испытывает острый недостаток в питьевой воде, так как в нижележащих горизонтах нижнего сармата и среднего миоцена заключены воды с повышенной и высокой минерализацией, совершенно непригодные для питьевых целей. Источниками водоснабжения служит слабоводообильный мамайский горизонт, воды которого имеют сравнительно невысокую минерализацию, а также пресные грунтовые воды делювиальных отложений. Для улучшения водоснабжения необходимо более эффективно использовать грунтовые воды верхне- и среднесарматских отложений путем бурения неглубоких скважин в районах выхода родников с пресными водами.

На западном склоне Ставропольского поднятия под небольшим чехлом делювиальных суглинков развиты глины с прослойками и линзами песков (небольшой мощности) армавирской свиты, водообильность которых низкая. Воды их имеют обычно повышенную минерализацию (0,3—5 *г/л*), в связи с чем не могут служить основным источником водоснабжения населенных пунктов. Более водообильным является понтический водоносный комплекс, содержащий до 3 и более водоносных горизонтов, приуроченных к прослоям песков в толще глин и залегающих на глубинах от 80 до 150 *м*. Мощности водоносных горизонтов колеблются от 3 до 10 *м*. Удельные дебиты скважин, вскрывших их, изменяются от 0,1 до 0,3 *л/сек*. Пьезометрические уровни вод в скважинах, пробуренных в долинах рек и балок, устанавливаются выше их устьев на 1—10 *м*, а на возвышенных участках — на глубинах 5—30 *м*. Воды имеют пеструю минерализацию (0,5—3 *г/л*). Они используются населением для питьевых и хозяйственных нужд.

Сарматский водоносный комплекс заключает в себе напорные воды, близкие по составу и минерализации к водам понта. В них так же, как и в понтических, встречается несколько водоносных горизонтов. Воды, вскрываемые скважинами в долинах рек и балок, самоизливаются. Дебиты скважин при свободном самоизливе колеблются от 1 до 5 *л/сек*; пьезометрические уровни устанавливаются выше устьев их от 3 до 10 *м*, а на возвышенных участках — на глубинах до 30 *м*. Воды используются населением для питьевых и хозяйственных нужд.

На северном склоне Ставропольского поднятия развиты глины армавирской свиты и понтические отложения. Армавирская свита получила распространение лишь в западной части северного склона, где является практически безводной. Отложения понта слагают северный и северо-восточный склоны Ставропольского поднятия. В них развиты напорные воды с минерализацией 1,5—3 *г/л*, увеличивающейся в северном и северо-западном направлениях. Водообильность отложений понта неравномерная — удельные дебиты скважин колеблются в пределах 0,1—1 *л/сек*; пьезометрические уровни устанавливаются на глубинах от 3 до 10 *м*. Воды понтических отложений служат источником водоснабжения в Арзгирском и некоторых других районах. В сарматских отложениях развиты напорные воды с повышенной и высокой минерализацией. Минерализация вод увеличивается в северном и северо-восточном направлениях по пути их движения от 2 до 8 *г/л*. По химическому составу они относятся к сульфатно-хлоридно-натриевым, хлоридно-сульфатно-натриевым и хлоридно-натриевым.

Среднемиоценовые отложения сравнительно водообильные. Они содержат солоноватые и соленые хлоридно-натриевые воды с минерализацией от 3 до 10 *г/л*. Воды используются главным образом для водопоя скота. Условия водоснабжения этой части территории весьма неблагоприятные, так как напорные воды, развитые в отложениях верхнего и среднего миоцена, имеют повышенную и чаще высокую минерализацию. Грунтовые воды четвертичных образований на большей части площади также минерализованные. Для водоснабжения используются главным образом воды отложений понта, верхнего сармата и пресные грунтовые воды четвертичных образований.

На восточных склонах Ставропольского поднятия развиты отложения верхнего плиоцена (апшеронский и акчагыльский ярусы). Апшеронские и акчагыльские отложения, сложенные глинами с прослоями песка, содержат грунтовые воды, постепенно переходящие в напорные (на участках погружения под толщу древнечетвертичных образований). Все они имеют повышенную минерализацию, уменьшающуюся в восточном и северо-восточном направлениях, с приближением к Терско-Кумскому артезианскому бассейну (минерализация уменьшается от 3 до 1 *г/л* и менее). В том же направлении возрастает водообильность отложений, связанная с увеличением мощности песчаных прослоев и замещением тонкозернистых глинистых песков мелкозернистыми и крупнозернистыми (удельные дебиты скважины увеличиваются от 0,1 до 1—2 *л/сек*). Химический состав вод сульфатно-хлоридно-натриевый и сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-магниевый.

Среднесарматские отложения содержат воды с минерализацией от 4 до 1,5 *г/л*, которая уменьшается по направлению к Терско-Кумскому артезианскому бассейну. При этом изменяется и химический состав их от хлоридно-сульфатно-натриевого до сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевого. Водообильность отложений сравнительно невысокая — удельные дебиты скважин не превышают 0,1 *л/сек*. В отложениях нижнего сармата, караганского и чокракского горизонтов заключены обычно соленые воды (5—15 *г/л*) хлоридно-натриевого состава, которые не могут быть использованы для питьевых целей. Условия водоснабжения этой части гидрогеологического района весьма неблагоприятные, так как напорные подземные воды имеют повышенную минерализацию. Грунтовые же воды четвертичных образований отличаются большой пестротой минерализации и большей частью также непригодны для питьевых целей. Водоснабжение населенных пунктов (села Благодарное, Сотниковское, Сабля и др.) этой части территории осуществляется путем подачи воды по трубопроводам из соседних районов, наиболее обеспеченных подземными водами хорошего качества.

Таким образом, в районе Ставропольского поднятия и его склонов проблема водоснабжения является наиболее актуальной. Местные источники водоснабжения — пресные грунтовые воды отложений верхнего и среднего сармата — не могут даже частично ее разрешить. Единственная возможность обеспечить данный район водами хорошего качества заключается в проведении каналов из рек Кубани и Терека (соединение Кубань-Калаусской оросительной системы с Терско-Кумской).

4. МАНЫЧСКИЙ АРТЕЗИАНСКИЙ БАССЕЙН

В районе Манычского артезианского бассейна развиты напорные воды, приуроченные к плиоценовым, верхнемиоценовым и среднемиоценовым отложениям. Питание водоносных горизонтов происходит

только со стороны Ставропольского поднятия, так как в районе погребенного вала Карпинского на поверхности развиты безводные водоупорные глины майкопской серии. Подземные воды в пределах бассейна преимущественно солоноватые и соленые (3—10 *г/л*). По химическому составу воды среднего миоцена относятся к хлоридно-натриевым, а воды сармата, понта и верхнего плиоцена — к сульфатно-хлоридно-натриевым и хлоридно-сульфатно-натриевым.

Воды всех горизонтов, за исключением четвертичного, напорные. Пьезометрический уровень вод среднего миоцена, залегающих на глубинах от 400 до 600 *м*, устанавливаются до 10—15 *м* выше устьев скважин. Воды сарматских и понтических отложений только в наиболее пониженных участках дают самоизлив, а воды верхнего плиоцена вообще не самоизливаются. Наиболее водообильными являются отложения понта и верхнего сармата, к которым приурочены относительно менее минерализованные воды, используемые для хозяйственных нужд и водопоя скота.

5. ТЕРСКО-КУМСКИЙ АРТЕЗИАНСКИЙ БАССЕЙН

Артезианский бассейн приурочен к глубокой впадине, выполненной мезозойскими, палеогеновыми, неогеновыми и четвертичными отложениями

Подземные воды залегают во всех стратиграфических горизонтах от четвертичных современных до кристаллического фундамента включительно.

Наиболее хорошо изученными на территории бассейна являются воды древнечетвертичных и верхнеплиоценовых отложений. Воды верхнего плиоцена изучены только в северо-западной части бассейна. Воды отложений среднего и нижнего миоцена, палеогена, мезозоя и палеозоя, из-за их глубокого залегания изучены лишь на отдельных участках (и при этом очень слабо). Они были опробованы только в процессе бурения нефтяных и газовых скважин без постановки специальных гидрогеологических наблюдений. В четвертичных отложениях залегают грунтовые и напорные воды; первые приурочены к современным отложениям и хвалынскому ярусу, вторые — к хазарскому и бакинскому ярусам. В дочетвертичных образованиях развиты исключительно напорные воды.

Грунтовые воды заключены в делювиальных, аллювиальных и эоловых образованиях. Воды делювиальных отложений имеют широкое развитие на территории бассейна. Приурочены они к покровным суглинкам, супесям и глинистым пескам и имеют минерализацию от 0,5 до 40 *г/л*. Пресные гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые (натриевые) воды распространены в южной части бассейна. На остальной территории они преимущественно соленые, пестрого химического состава с преобладанием иона хлора. Делювиальный водоносный горизонт — слабоводообильный. Дебиты колодцев не превышают 0,2 *л/сек*. Воды залегают на глубинах от 2 до 20 *м*. Пресные воды используются для водоснабжения, а с повышенной минерализацией — для хозяйственных нужд и водопоя скота.

Воды аллювиальных песчано-галечниковых отложений наиболее широко распространены в южной части бассейна, в районах предгорных равнин — Сунженской, Владикавказской и Кабардинской, а также на западе — в долине р. Кумы и на востоке — в долине р. Терека. Пресные гидрокарбонатные воды предгорных равнин, залегающие неглубоко от поверхности (2—10 *м*), относятся преимущественно к гидрокарбонатно-кальциевым. Отложения отличаются высокой водообильностью — удель-

ные дебиты скважин колеблются от 1 до 12 *л/сек*. Воды служат основным источником водоснабжения многих населенных пунктов и городов (Беслан, Майское и др.). Обильные пресные гидрокарбонатно-кальциевые воды развиты в аллювиальных песчано-галечниковых отложениях долины р. Кумы, в среднем ее течении (Георгиевск—Левокумск), а в нижнем течении они уже солоноватые (до 5 *г/л*). В дельте р. Терека к аллювиальным отложениям приурочены солоноватые и соленые воды. Пресные воды развиты только в западной части дельты, где не сказывается влияние высокоминерализованных вод, поступающих со стороны Каспийского моря.

Водообильность эоловых отложений, развитых на небольших участках центральной части бассейна, слабая. Пресные воды, приуроченные к верхним слоям песков в виде «плавающих линз», залегающих на соленых водах, используются для питьевых нужд только на участках, где напорные воды дочетвертичных отложений соленые.

Широкое развитие на территории бассейна получили напорные воды хазарского и бакинского водоносных комплексов. В пределах Кабардинской равнины они приурочены к континентальным и песчано-галечниковым отложениям и образуют единый водоносный комплекс. Воды их пресные (0,5—0,74 *г/л*) гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевого или сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-натриевого состава. Отложения отличаются высокой водообильностью — удельные дебиты скважин составляют 0,5—3 *л/сек*. Глубины залегания напорных вод колеблются от 60—70 до 200 *м*. Пьезометрические уровни вод обычно устанавливаются на возвышенных участках до 30 *м* ниже, а в долинах рек — до 3—10 *м* выше устьев скважин. Высокая водообильность отложений и хорошие питьевые качества вод позволяют широко использовать их для водоснабжения крупных населенных пунктов этой части района (города Прохладный, Моздок, с. Солдатское, станица Курская и т. д.).

В пределах Терско-Кумского артезианского бассейна воды верхних водоносных горизонтов обычно соленые. Пресные воды (0,5—0,7 *г/л*) в отложениях хазарского яруса развиты лишь в Притеречной полосе и в дельте р. Терека, где они используются для водоснабжения.

Воды бакинского водоносного комплекса на большей части площади бассейна пресные (до 0,7 *г/л*). Дебиты скважин при фонтанировании достигают 20—30 *л/сек*. Движение вод происходит в направлении к Каспийскому морю. В пределах северной и северо-восточной частей бассейна водообмен замедляется, и пресные воды сменяются солоноватыми и солеными. Воды бакинского водоносного комплекса широко используются на территории бассейна для водоснабжения. Здесь пробурено около 500 эксплуатационных скважин, суммарный дебит которых составляет 3000 *л/сек*.

Апшеронский водоносный горизонт эксплуатируется в западной и центральной частях бассейна, где воды вышележащего бакинского комплекса не самоизливаются. Залегает он на глубинах от 100 до 600 *м*. Водоносными породами являются мелкозернистые пески, залегающие в толще глин. Пьезометрические уровни воды в скважинах устанавливаются на 7—10 *м* выше пьезометрических уровней вод бакинского водоносного комплекса. Водообильность песчаных водоносных пластов высокая — удельные дебиты скважин колеблются от 0,2 до 2 *л/сек*. На большей части бассейна воды апшерона пресные (0,5—0,7 *г/л*). Минерализация их возрастает к востоку (в приморской полосе) и к северу (за долиной р. Кумы). Пресные воды используются населением для питьевых целей, а солоноватые — для хозяйственных нужд и

водопоя скота. В настоящее время эксплуатируются до 900 самоизливающихся скважин, суммарный дебит которых составляет 3657 *л/сек*.

Акчагыльский водоносный горизонт изучен только в западной части бассейна. В восточном направлении глубины залегания его увеличиваются до 1400 *м*. В северной части бассейна горизонт залегает на небольших глубинах (до 300 *м*). В западной части Терско-Кумского артезианского бассейна воды акчагыльского водоносного горизонта обычно солоноватые, сульфатно-хлоридно-натриевые (в районе сел. Чернолесского и Довсун минерализация их составляет 3—5 *г/л*). Пресные воды акчагыла развиты лишь в центральной части бассейна, где они залегают на глубинах 400—700 *м*. Минерализация и химический состав их сходны с водами апшеронского водоносного горизонта. В юго-восточной части бассейна в связи с погружением горизонта воды его имеют высокую минерализацию. Удельные дебиты скважин достигают 2 *л/сек*. Для водоснабжения эксплуатируются 174 скважины с суммарным дебитом до 400 *л/сек*.

Понтический водоносный горизонт (пески и известняки-ракушечники) изучен довольно слабо и притом только в северо-западной части бассейна. Воды его солоноватые (1,5—2 *г/л*), хлоридно-натриевые. Водоносный горизонт напорный, вскрывается на глубинах до 150 *м*. Пьезометрические уровни вод обычно устанавливаются ниже устьев скважин на 15—25 *м*. Удельные дебиты скважин не превышают 0,5 *л/сек*.

Мэотический водоносный горизонт вскрыт скважинами лишь в северо-западной части бассейна (в с. Николаево-Александровском) на глубине до 200 *м*. Воды горизонта не могут служить источником водоснабжения, так как на большей части территории бассейна они имеют высокую минерализацию.

Воды сарматского водоносного комплекса изучены только на небольшой площади в восточной и северо-западной частях бассейна, где залегают на глубинах от 100 до 300 *м*. Практический интерес представляют водоносные горизонты верхнего сармата, являющиеся наиболее водообильными и содержащие пресные воды. В долине р. Кумы скважины вскрывают самоизливающиеся воды с дебитами от 2 до 10 *л/сек* и напорами 1—10 *м* выше устьев их. Вблизи Ставропольской возвышенности (сел. Сабля) вскрыты солоноватые воды (до 3 *г/л*). Минерализация их возрастает также в северо-восточном и восточном направлениях от долины р. Кумы. В центральной, юго-восточной и северной частях бассейна воды сарматских отложений, по всей вероятности, соленые или представлены рассолами (более 50 *г/л*). Таким образом, воды отложений верхнего сармата могут служить источником водоснабжения только в западной и северо-западной частях бассейна.

Воды среднемиоценового комплекса изучены в северной части территории, в области неглубокого залегания. Они соленые (более 10 *г/л*) и могут быть использованы только для водопоя скота.

Воды палеогенового, мелового, юрского и палеозойского водоносных комплексов изучены очень слабо. Они имеют весьма высокую минерализацию (50—100 *г/л* и более) и по химическому составу относятся к хлоридно-натриевым.

Из вышеизложенного следует, что Терско-Кумский артезианский бассейн обладает большими ресурсами подземных вод, пригодных для питьевых и хозяйственных нужд.

Подземные воды, развитые в бакинском и апшеронском ярусах, эксплуатируются скважинами в условиях их самоизлива с дебитами от 1 до 20 *л/сек* при срезке пьезометрического уровня от 2 до 20 *м*,

редко до 30 *м* Ежегодно на территории бассейна бурится до 100 артезианских скважин на воду Так, например, за 5 лет (с 1959 по 1963 г) было пробурено до 500 скважин Следует отметить, что значительная часть их в процессе самоизлива уменьшает дебит в несколько раз главным образом из-за технического состояния скважин Общий отбор воды из года в год увеличивается примерно на 200—300 *л/сек* в связи с введением в эксплуатацию новых скважин

Подземные воды этого бассейна практически используются в условиях их свободного самоизлива, принудительным способом они эксплуатируются только в южной части бассейна По видимому, еще многие годы эксплуатация подземных вод в этом бассейне будет осуществляться свободным самоизливом

5А. Горноскладчатая область Передовых хребтов Северного Кавказа с Алханчуртским артезианским бассейном. Район Передовых хребтов с Алханчуртской долиной в данной работе рассматривается как подрайон Терско-Кумского артезианского бассейна Терский и Сунженский хребты простираются в широтном направлении в виде небольших и довольно пологих возвышенностей, в структурном отношении представляющих собой антиклинории, сложенные в сводовых частях верхнемиоценовыми отложениями Хребты разделяются Алханчуртской долиной, представляющей синклинальную складку Она сложена с поверхности толщей четвертичных образований, ниже которых залегают верхнеплиоценовые и более древние отложения Приуроченные к ним подземные воды не изучены

Подземные воды верхнего и среднего миоцена в районе Владикавказской и Сунженскои впадин залегают на глубинах свыше 2000 *м* Здесь они приобретают повышенную минерализацию и высокую температуру, а затем по тектоническим трещинам выходят на поверхность в районе Сунженского хребта из тех же отложений в виде термальных сероводородных минеральных источников В районе Передовых хребтов получили развитие и грунтовые воды, приуроченные к отложениям верхнего плиоцена, верхнего и среднего миоцена

Подземные воды Алханчуртской впадины, представляющей небольшой артезианский бассейн, по химическому составу и степени минерализации, по-видимому, аналогичны подземным водам тех же горизонтов Терско-Кумского артезианского бассейна, поскольку между бассейнами существует гидродинамическая связь Поэтому можно предполагать, что в Алханчуртском артезианском бассейне воды апшеронского, акчагыльского и мэотического водоносных горизонтов пресные, пригодные для питьевых целей Водообильность этих отложений должна быть высокой и за счет вод их, вероятно, может осуществляться водоснабжение населенных пунктов

Естественная разгрузка более глубоких горизонтов (среднемиоценовых) бассейна связана с Передовыми хребтами Здесь термальные, часто сероводородные воды (условия формирования, а также количественная и качественная характеристика их приведены в специальной главе) выходят на поверхность в размытых частях антиклинальных структур Они представляют интерес в бальнеологическом отношении, а также для целей теплофикации

6 ДАГЕСТАНСКИЙ АРТЕЗИАНСКИЙ БАССЕЙН С СИСТЕМОЙ МАЛЫХ АРТЕЗИАНСКИХ БАССЕЙНОВ

Этот бассейн в пределах описываемой территории занимает сравнительно небольшую площадь, протягивающуюся в виде неширокой полосы (до 30—40 *км*) вдоль побережья Каспийского моря

Подземные воды здесь развиты в четвертичных (делювиальных и аллювиальных), древнечетвертичных, верхнеплиоценовых, верхнемиоценовых, среднемиоценовых, палеогеновых, меловых и юрских отложе-

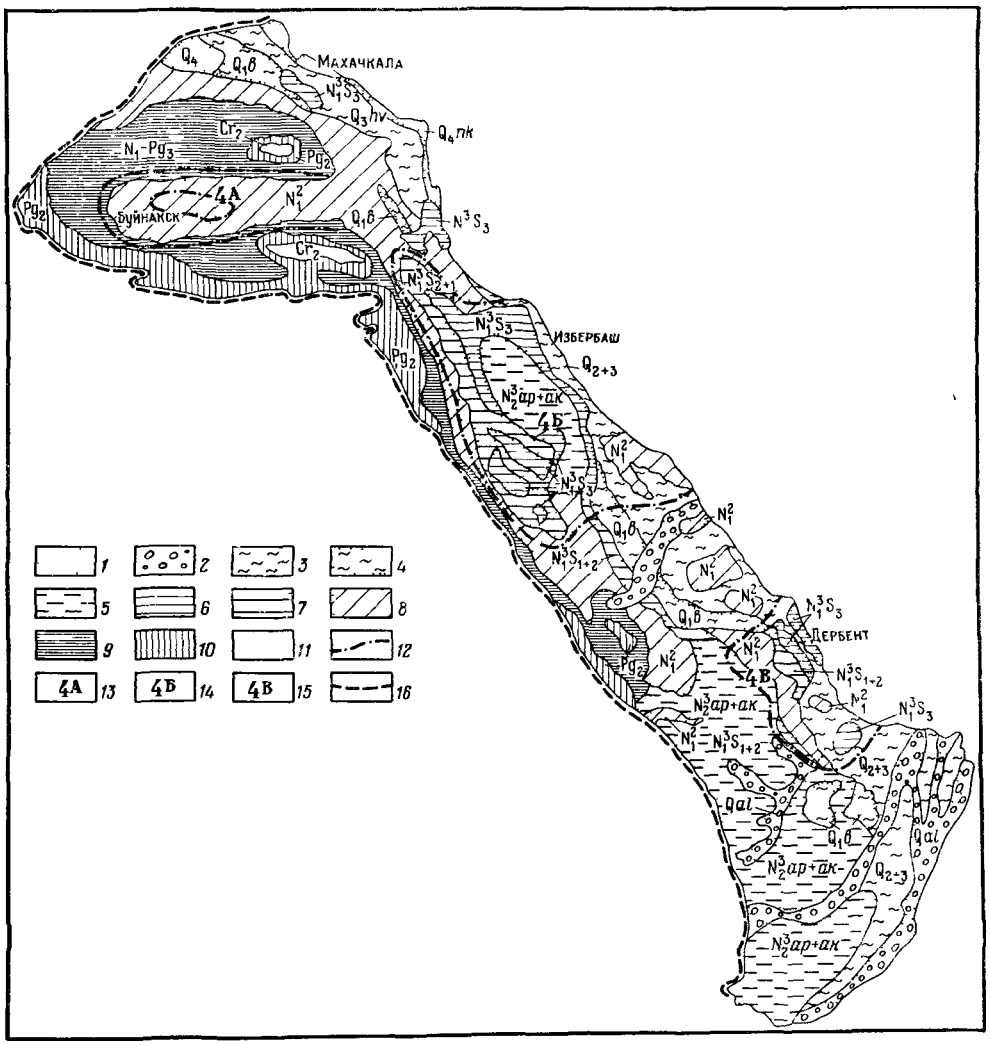


Рис. 38 Схематическая гидрогеологическая карта Дагестанского артезианского бассейна (Составили Г. И. Дейнега и Н. С. Погорельский)

Водоносные горизонты и комплексы отложений: *1* — современных морских (пески); *2* — аллювиальных (пески, галечники, валуны), *3* — хвалынского и хазарского ярусов (пески, галечники, глины, супеси, детритусовые известняки); *4* — бакинского яруса (пески, глины), *5* — апшерон-акчагыльского ярусов (пески, глины), *6* — верхнего сармата (пески, глины, известняки), *7* — среднего и нижнего сармата (пески, песчаники, известняки, мергели, глины); *8* — среднемиоценового горизонта (мергели, глины, песчаники, пески); *9* — слабоводоносных практически безводных пород майкопской серии (глины); *10* — форамениферовых слоев (мергели, песчаники); *11* — верхнего мела, *12* — границы малых артезианских бассейнов, *13* — Буйнакский артезианский бассейн, *14* — Катынтауский артезианский бассейн; *15* — Дербентский артезианский бассейн; *16* — граница Дагестанского артезианского бассейна

ниях. Во всех указанных отложениях (за исключением мезозойских) в областях раскрытого залегания развиты грунтовые воды. По мере *погружения водоносных горизонтов* в восточном направлении воды приобретают напорный характер и высокую минерализацию (рис. 38).

Грунтовые воды делювиальных отложений (суглинки и глинистые пески в толще глин) отличаются пестротой минерализации. В палеогеновых отложениях они чаще солоноватые (1,5—3 *г/л*) сульфатно-гидрокарбонатно-натриевые и сульфатно-хлоридно-натриевые, а в неогеновых отложениях преимущественно пресные (до 1 *г/л*) гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-сульфатно-магниево-кальциевые. Водообильность горизонтов весьма разнообразна — дебиты родников колеблются от 0,1 до 7 *л/сек*. Воды делювия используются местным населением для хозяйственных и питьевых нужд.

Воды аллювиальных отложений преимущественно пресные. Дебиты родников обычно не превышают 3 *л/сек* и в единичных случаях достигают 50 *л/сек*. Суммарный дебит их составляет 200 *л/сек*. По химическому составу воды гидрокарбонатно-кальциевые, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые и сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-магниевые. Они служат дополнительным источником водоснабжения многих населенных пунктов и эксплуатируются шахтными колодцами.

Водоносные горизонты отложений хвалынского и хазарского ярусов приурочены к морским прибрежным террасам. Хвалынский ярус сложен суглинками, песками и галечниками, а хазарский — песками и известняками. По склонам террас выходят родники с дебитами от 0,07 до 2 *л/сек*. Воды их преимущественно солоноватые (до 5 *г/л*) сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-магниевые, хлоридно-сульфатно-натриево-магниевые, хлоридно-сульфатно-натриево-магниевые и хлоридно-натриевые.

Водоносный комплекс бакинских отложений на территории бассейна не изучен, но, по всей вероятности, он водообильный и высоконапорный. Общая минерализация вод невысокая.

На севере и юге бассейна развит мощный апшеронский водоносный комплекс. В южной части, в бассейне р. Рубасчая и в пределах Катынтаусской синклинали, в нем заключены солоноватые воды (1,5—2,5 *г/л*), пригодные для водопоя скота и реже для питьевых целей. Наиболее часто они сульфатно-гидрокарбонатно-натриевые. Дебиты родников изменяются от 0,17 до 20 *л/сек*, а чаще не превышают 2 *л/сек*; дебиты скважин колеблются от 20 до 50 *л/сек*. За счет апшеронского водоносного горизонта осуществляется водоснабжение целых районов и крупных населенных пунктов Дагестанской АССР.

В юго-восточной части бассейна получил широкое развитие акчагыльский водоносный комплекс. В пределах Экендыль-Аджиноурского поднятия он залегает на глубине 20—40 *м* и содержит пресные воды. Дебиты родников изменяются от 0,01 до 20 *л/сек*. Минерализация вод колеблется от 0,18 до 2,96 *г/л*. Воды наибольшего количества родников пресные (до 1 *г/л*), гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые. Воды акчагыла служат источником водоснабжения многих населенных пунктов.

Мэотический водоносный комплекс развит в северной и северо-западной частях бассейна, причем изучен он довольно слабо. Воды этого горизонта пресные и слабосолоноватые (0,4—1,6 *г/л*), гидрокарбонатно-натриевые, гидрокарбонатно-сульфатио-натриевые и гидрокарбонатно-кальциевые. Дебиты родников не превышают 0,7 *л/сек*.

Верхнесарматский водоносный горизонт широко развит в пределах описываемого артезианского бассейна на Дербентском моноклинальном склоне, Катынтаусской синклинали, в горах Тарки-Тау и гряде Анджиарка. Воды верхнесарматских отложений используются для водоснабжения городов Махачкалы, Дербента и прилегающих к ним Каякент-

ского и Дербентского районов. Суммарный дебит всех приуроченных к горизонту родников составляет 87 *л/сек*. В Дербентском районе напорные воды вскрываются скважинами на небольших глубинах, причем уровни вод устанавливаются ниже их устьев на 8—9 *м*; удельные дебиты скважин не превышают 0,5 *л/сек*. Воды пресные (до 1 *г/л*) гидрокарбонатно-натриевые и гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые. В пределах Катынтаусской синклинали верхнесарматский водоносный горизонт вскрывается на глубинах 130—442 *м*. Удельные дебиты скважин составляют 0,12—0,55 *л/сек*, а дебиты родников с пресной водой очень редко превышают 1 *л/сек*. Воды, вскрываемые скважинами, в большинстве своем солоноватые и имеют повышенную жесткость. Так, в центральной части бассейна на глубинах 343—441 *м* величина общей минерализации составляет 2,0—2,2 *г/л*, а жесткость достигает 17—20 *мг·экв/л*. Верхнесарматский водоносный горизонт вскрывается глубокими скважинами и в пределах Дербентского моноклинального склона, где пробурено более 45 скважин. Воды его имеют здесь минерализацию до 29 *г/л* и хлоридно-натриевый состав. Наиболее водообильными являются известняки и песчаники, слагающие гору Тарки-Тау. Дебиты родников, выходящих на склонах горы, изменяются от 1 до 13 *л/сек*, а суммарный дебит составляет 86 *л/сек*. Воды пресные (до 1 *г/л*) гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые Они используются для питьевого водоснабжения в Дербентском, Каякентском и Ленинском районах. За пределами рассмотренных выше структур воды сильно минерализованы и практического интереса не представляют.

Среднесарматский водоносный комплекс залегает на глубинах 185—445 *м*. Дебиты скважин в Дербентском районе изменяются от 0,3 до 12 *л/сек*; удельные дебиты не превышают 0,8 *л/сек*. Воды пресные и солоноватые с минерализацией от 0,4 до 9 *г/л*, гидрокарбонатно-натриевого и редко сульфатно-хлоридно-натриевого состава. Воды среднего сармата широко используются для питьевых и хозяйственных нужд. Пресные гидрокарбонатно-кальциевые воды нижнего сармата развиты в области активного водообмена. При погружении водоносного комплекса вследствие высокой минерализации они становятся непригодными для хозяйственно-питьевого водоснабжения. В области поверхностного развития нижнесарматских отложений дебит родников колеблется от 0,30 до 0,1 *л/сек*.

Среднемиоценовый водоносный комплекс наибольшее развитие получил в Буйнакском, Ленинском, Карабудахкентском, Дербентском, Каякентском и Кизил-Юртовском районах предгорного Дагестана. Наиболее мощные притоки воды из отложений карагана получены в скважинах, пробуренных на Махачкалинской и Избербашской нефтеносных площадях, где дебиты некоторых из них составляют до 3,5—4,0 *л/сек*, но воды их высокоминерализованные (10—50 *г/л*), хлоридно-натриевые. В области предгорий к этим отложениям приурочены родники с дебитами до 0,5 *л/сек*, воды которых имеют пеструю минерализацию (0,4—9,1 *г/л*). Пресные воды (до 1 *г/л*) встречены в Карабудахкентском районе, слабосолоноватые (до 3 *г/л*) — в Дербентском, Буйнакском и Кизил-Юртовском районах. В других районах минерализация вод родников превышает 3 *г/л*; общая жесткость их изменяется от 2 до 39 *мг·экв/л*. Скважины, пробуренные в зоне погружения карагана, вскрывают самоизливающиеся пресные гидрокарбонатно-натриевые воды на глубинах до 200 *м*. Дебиты скважин при самоизливе составляют 1,5—2,0 *л/сек*.

Чокракский водоносный комплекс развит в Буйнакской, Экибулакской и Тепсилитаусской синклиналях К югу от Карабудахкента он узкой полосой обнажается в пределах предгорий и погружается к востоку на большие глубины Дебиты родников, выходящих в этой части района, изменяются от 0,01 до 0,5 *л/сек*, а суммарный их дебит составляет 19 *л/сек* Минерализация вод родников 0,2—32 *г/л*, состав их сульфатно-натриевый и хлоридно-натриевый В перделах Буйнакской синклинали рассматриваемый водоносный комплекс вскрыт на глубинах 125—405 *м* Воды пресные (до 1 *г/л*) гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевые, сульфатно-натриево-кальциевые и сульфатно-хлоридно-натриевые Дебиты скважин при понижении пьезометрического уровня до 5 *м* не превышают 3 *л/сек*, а при свободном самоизливе изменяются от 0,5 до 2 *л/сек* Пьезометрические уровни вод устанавливаются на 12 *м* выше устьев скважин

Отложения майкопской серии и фораминиферовых слоев слабоводоносны Верхняя часть разреза майкопа, сложенная мощной толщей глин, практически безводна, нижние горизонты песчанистых глин содержат подземные воды в очень малых количествах повышенной и высокой минерализации В районах Дузлакского, Дагогнинского, Берикейского, Махачкалинского и других антиклинальных поднятий в майкопских отложениях на глубинах от 50 до 750 *м* развиты высокоминерализованные самоизливающиеся воды хлоридно-натриевого состава, также не представляющие практического интереса Дебиты скважин при самоизливе колеблются от 0,05 до 50 *л/сек*

Из отложений хадумского горизонта выходят родники с дебитами 0,04 *л/сек* Воды их гидрокарбонатно-кальциево-натриевые и сульфатно-хлоридно-натриевые с минерализацией от 1 до 6 *г/л* В восточной части описываемого района в отложениях хадума скважинами вскрыты напорные воды на глубинах 240—260 *м* Дебиты скважин при самоизливе колеблются от 0,2 до 13 *л/сек* Воды хлоридно натриевого состава, имеют высокую минерализацию (18—71 *г/л*) Для водоснабжения они непригодны

Водоносный комплекс фораминиферовых слоев развит в Буйнакском, Ленинском и Карабудахкентском районах (Буйнакской синклинали, куполах Эльдама и Талгинского) К нему приурочены выходы родников с дебитами от 0,05 до 22 *л/сек* Минерализация вод изменяется от 0,2 до 9 *г/л* Напорные воды вскрываются скважинами на глубинах от 260—400 *м* (районы Дагогни, Дузлак и Берикей) до 2077—2441 *м* (районы Селли, Гаша и др) Дебиты скважин при самоизливе изменяются от 0,08 до 10 *л/сек*, в большинстве же случаев они не превышают 1 *л/сек* Воды соленые (25 *г/л*) хлоридно-натриевые, для целей водоснабжения не пригодные

Водоносные комплексы отложений верхнего и нижнего мела вскрыты скважинами на глубинах от 380 до 2500 *м* Дебиты скважин при самоизливе изменяются в широких пределах — от 0,7 до 50 *л/сек*, температура воды на устье достигает 54° С Воды имеют высокую минерализацию (от 27 до 72 *г/л*), хлоридно-натриевый (кальциевый) состав

На территории описываемого бассейна выделяются три гидрогеологических подрайона, представляющих собой небольшие артезианские бассейны Буйнакский, Катынтаусский и Дербентский

6а. Буйнакский артезианский бассейн. Водоносными в пределах бассейна являются песчаники нерасчлененной толщи среднего миоцена Область питания горизонтов расположена в пределах Кумторкалинского, Кизил-Булакского, Кара-Тюбинского, Кафыр-Кумухского и Ташлыбского хребтов Разгрузка их происходит главным образом в эро-

зионных врезах речных долин Воды родников и скважин пресные гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевые В зонах тектонических нарушений они приобретают повышенную минерализацию за счет смешения их с минерализованными термальными водами глубокой циркуляции По характеру циркуляции воды среднего миоцена относятся к порово-пластовым и пластово-трещинным

6б. Катынтаусский артезианский бассейн. Этот гидрогеологический подрайон сложен породами верхнего плиоцена и верхнего сармата Наиболее водообильными из них являются известняки и песчаники верхнего сармата Подземные воды плиоценовых и верхнесарматских отложений пресные (0,1—3,5 *г/л*), гидрокарбонатно-натриевого и сульфатно-натриевого состава При погружении они сохраняют сравнительно небольшую минерализацию и поэтому остаются пригодными для питьевых целей Все водоносные горизонты, по-видимому, гидравлически связаны между собой Движение подземных вод происходит в восточном направлении — в сторону Каспийского моря

6в. Дербентский артезианский бассейн. Данный подрайон сложен образованиями сарматского яруса, наиболее водообильными из которых являются песчаники и известняки среднего и верхнего сармата Область питания этих водоносных комплексов совпадает с площадью распространения отложений на поверхности Источником питания служат атмосферные осадки Движение подземных вод происходит в восточном направлении — в сторону Каспийского моря

Глава VII

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ЗОНАЛЬНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Формирование состава подземных вод протекает под влиянием целого ряда факторов, к которым относятся: степень активности водообмена (динамика вод), состав пород, условия питания водоносных горизонтов, гипсометрическое положение областей питания, физико-химические и микробиологические процессы.

Весьма существенное значение имеет динамика подземных вод, которая определяет длительность протекания различных геохимических процессов в водоносном горизонте. Динамика же подземных вод в свою очередь зависит от геологической структуры района (для артезианских вод), определяющей степень гидрогеологической раскрытости водоносных горизонтов, а также от геоморфологических условий (для грунтовых вод). Для грунтовых вод в формировании состава, помимо указанных факторов, существенную роль играют и климатические условия.

Рассмотрим кратко условия формирования подземных вод на территории Северного Кавказа, учитывая совокупное влияние перечисленных выше факторов.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД

В формировании грунтовых вод, как указывалось выше, существенное значение имеют геоморфологические и климатические факторы, играющие главную роль в образовании вод того или иного типа.

В горной области, где выпадает значительное количество осадков (более 1000 *мм*), в условиях пересеченной местности и крутых склонов грунтовые воды (образующиеся как в делювиальном покрове, так и в трещиноватых дочетвертичных породах) формируют свой химический состав в условиях активной циркуляции. В силу этого, независимо от состава пород, при активном водообмене формируются обычно слабо минерализованные воды гидрокарбонатного, гидрокарбонатно-сульфатного, а в гипсоносной пестроцветной толще и доломитизированных известняках титона — сульфатного типа.

Минерализация грунтовых вод, формирующихся в этих условиях, преимущественно слабая (до 1 *г/л*), а в гипсоносных породах несколько повышенная (до 1,5—2 *г/л*), причем повышение минерализации в последнем случае идет за счет растворения гипса.

Таким образом, в горной области формирование грунтовых вод в условиях активной циркуляции приводит к образованию преимущественно слабо минерализованных вод.

В пределах предгорных наклонных равнин (Сунженской, Владикавказской, Кабардинской, Прикубанской), сложенных песчано-галечными отложениями, а также в Притеречной полосе, на отрезке Прохладное—Шелковская, где значительно развиты песчаные породы, грунтовые воды, формируясь в хорошо промытых аллювиальных отложениях, при благоприятных условиях питания (атмосферного и речного) и водообмена имеют преимущественно слабую минерализацию и гидрокарбонатный, гидрокарбонатно-сульфатный состав.

В пределах Предкавказской равнины, характеризующейся различными геоморфологическими и климатическими условиями, формирование химического состава грунтовых вод протекает неодинаково в различных ее районах.

В Центральном Предкавказье, со слабо засушливым климатом (осадков 300—400 *мм* в год), могут быть выделены два таких района.

В первом районе, находящемся в южной части Центрального Предкавказья и характеризующемся равнинно-балочным рельефом, грунтовые воды залегают в глинистом делювии коренных пород и формируют свой состав в условиях весьма замедленной циркуляции в соленосных породах. В этих условиях формируются минерализованные грунтовые воды. Минерализация вод обычно равна 5—15 *г/л* и местами достигает нескольких десятков граммов на литр. Это обычно соленые и горько-соленые воды сульфатно-хлоридного и хлоридного типов с повышенным содержанием натрия и магния.

Во втором районе, занимающем большую часть Центрального Предкавказья, грунтовые воды заключены в широко распространенных здесь мощных суглинках и в песчаных отложениях среднего и верхнего сармата, на площади их неглубокого залегания.

Характерными элементами рельефа здесь являются долины рек, широкие балки и платообразные водоразделы. В мощных суглинках, обладающих слабыми фильтрационными свойствами, грунтовые воды образуют водоносный горизонт мощностью 3—5 *м*. Циркуляция грунтовых вод в суглинках идет замедленно, дренаж их слабый. В этих условиях, в суглинках, богатых воднорастворимыми солями, формируются преимущественно воды с повышенной минерализацией (до 3—5 и более *г/л*) сульфатно-хлоридного и сложного состава. Распространение пресных вод здесь подчинено закономерности, известной под названием «Закона балок К. И. Лисицына» (пресные воды приурочены к верховьям балок).

Грунтовые воды в песчаных толщах среднего и верхнего сармата, хотя и формируются в тех же климатических и геоморфологических условиях, что и воды мощных суглинков, имеют более благоприятные условия циркуляции.

В песчаных породах и в трещиноватых прослоях песчаников, мергелей и известняков, залегающих среди песков, движение вод протекает более активно, что усиливается еще и благоприятными условиями дренажа водоносного горизонта на склонах долин рек и балок, прорезающих сарматские водоносные горизонты. В силу этого водообмен здесь происходит активно и в этих условиях формируются слабо минерализованные грунтовые воды гидрокарбонатно-кальциевого, гидрокарбонатно-сульфатного и сульфатно-гидрокарбонатного состава. Повышенное содержание сульфатов в водах, циркулирующих в кварцевых песках сармата, объясняется тем, что питание сарматских водоносных горизонтов происходит путем инфильтрации атмосферных вод через покровные гипсоносные суглинки, где они обогащаются сульфатами.

В Восточном Предкавказье, в условиях засушливого климата

(осадков около 200—300 *мм* в год) Прикаспийской равнины, имеющей почти горизонтальную поверхность, формирование солевого состава грунтовых вод происходит в морских (хвалынских) отложениях при исключительно слабом движении их, отсутствии дренажа и интенсивном испарении. В указанных условиях здесь формируются преимущественно грунтовые воды континентального засоления, характеризующиеся высокой минерализацией и сульфатно-хлоридным, хлоридно-сульфатным и хлоридным составом. Однако на общем фоне минерализованных вод, в районах развития песчаных массивов, встречаются участки с залеганием слабо минерализованных грунтовых вод, формирование которых обусловливается более благоприятными условиями инфильтрации атмосферных осадков и меньшей величиной испарения (в силу небольшой величины высоты капиллярного поднятия вод в песках).

В Западном Предкавказье, на широкой правобережной площади среднего и нижнего течения Кубани, распространены грунтовые воды в мощной толще суглинков.

Указанный район представляет собой территорию с равнинно-балочным рельефом и умеренным климатом (осадков выпадает 500—700 *мм* в год).

Таким образом, низменная область Западного Предкавказья отличается от низменной области Восточного Предкавказья как в отношении рельефа и состава пород, содержащих грунтовые воды, так и в климатическом отношении. В силу этого грунтовые воды, формирующиеся здесь в условиях более влажного климата, в менее соленосных породах и при более активной циркуляции (обусловленной дренирующим влиянием балок), обладают преимущественно слабой или несколько повышенной минерализацией (1—2 *г/л*) и гидрокарбонатно-сульфатным, сульфатно-гидрокарбонатным и сульфатно-хлоридным составом. Только в полосе, примыкающей к Азовскому морю, где рельеф более равнинный, количество осадков не превышает 400—470 *мм* в год. Здесь развиты морские отложения, минерализация грунтовых вод достигает 4—5 *г/л* и состав их становится хлоридно-сульфатным.

На рассматриваемой территории устанавливается следующая гидрохимическая зональность грунтовых вод:

I зона — горная область, с примыкающими к ней предгорными наклонными равнинами. Здесь, в условиях влажного климата и в геоморфологических условиях, благоприятствующих активной циркуляции и дренажу, формируются воды слабой минерализации.

II зона — Центральное (кроме южной части) и Западное Предкавказье. В ее пределах в условиях умеренного климата и равнинно-балочного рельефа, имеются относительно благоприятные условия для водообмена, что приводит к формированию вод пестрого ионного состава и различной минерализации (преимущественно до 1—2 *г/л* на севере Ставрополья и 4—5 *г/л* в Приазовской полосе).

III зона — Восточное Предкавказье и южная часть Центрального Предкавказья (область поверхностного распространения палеоген-неогеновых глин). Здесь, в условиях засушливого климата и весьма слабой циркуляции вод, в соленосных морских отложениях (Прикаспийская низменность) и в глинистом делювии формируются высокоминерализованные соленые и горько-соленые грунтовые воды.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАПОРНЫХ ВОД

Выше уже отмечалось, что в формировании химического состава артезианских вод одним из наиболее существенных факторов является геологическая структура бассейна, определяющая собой степень гидро-

геологической раскрытости водоносных горизонтов и степень активности водообмена в них.

По геологической структуре и своеобразию комплекса факторов, играющих существенную роль в формировании артезианских вод на территории Северного Кавказа, могут быть выделены следующие области: 1) горная, 2) район Кавказских Минеральных Вод, 3) Терская нефтеносная область, 4) область плоскостного Дагестана, 5) область Ставропольского сводового поднятия, 6) область Терско-Кумского артезианского бассейна и 7) область Кубанского артезианского бассейна.

Рассмотрим кратко условия формирования и зональность артезианских вод каждой из перечисленных областей.

Горная область является областью питания многочисленных водоносных горизонтов. В отношении дренажа водоносных горизонтов, а следовательно, динамичности подземных вод она подразделяется на две зоны: первая — до уровня современного вреза хорошо развитой сети глубоких речных долин и балок и вторая — ниже местного базиса эрозии.

В первой гидродинамической зоне осуществляется активное движение вод с полным дренажем водоносных горизонтов в долинах рек и балках. Во второй зоне, представляющей собой зону циркуляции напорных вод, степень активности движения вод и водообмена находится в зависимости от степени разгрузки водоносных горизонтов, осуществляющейся по тектоническим нарушениям. Имеются горизонты, погружающиеся на большие глубины, дренаж которых почти не осуществляется.

В пределах этой области В. М. Врублевским (1962) выделяется ряд межгорных артезианских бассейнов: Бельско-Малкинский, Дигоро-Осетинский и др.

В горной области выделяются водоносные горизонты: в палеоген-неогеновых отложениях предгорий, в толщах карбонатных пород верхнего мела, нижнего мела (валанжин) и верхней юры, в песчано-глинистой толще нижнего мела, слабый водоносный комплекс в мощной толще сланцев средней и нижней юры, в кристаллических сланцах палеозоя и в породах центрального кристаллического массива.

В зоне моноклинали до уреза рек во всех водоносных горизонтах (от верхнеплиоценового до верхнеюрского) формирование состава вод протекает в условиях активного дренажа, в силу чего породы характеризуются достаточно хорошей промытостью и содержат, как правило, слабо минерализованные воды. Состав последних преимущественно гидрокарбонатно-кальциевый и только в некоторых случаях, когда породы загипсованы (валанжин, титон), по падению слоев минерализация воды несколько увеличивается и воды переходят в гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые и сульфатно-кальциевые. Таков состав воды многочисленных крупных источников из валанжинского горизонта в районе г. Кисловодска (Лермонтовские, Чивели, Находка и др.) и воды ряда источников из титонского горизонта (Церик-Кель, Хаюкуа и др.).

Ниже уреза рек активность циркуляции вод и водообмена в горизонтах в той или иной мере уменьшается и здесь формируются воды различной минерализации — от повышенной (2—3 *г/л*) до высокой (более 10 *г/л*).

В зоне погружения верхнемелового, валанжинского и титонского горизонтов в водах уменьшается количество сульфатов (в результате восстановления их с образованием сероводорода).

Характерным для вод этого типа является присутствие свободного сероводорода от нескольких миллиграммов до нескольких десятков миллиграммов на литр.

При погружении слоев на большие глубины зона вод гидрокарбонатно-хлоридно-натриевого состава сменяется зоной высокоминерализованных хлоридно-натриевых вод. Примером могут служить воды глубоких скважин в Нальчике (18,6 *г/л*) и воды источника Чишки (12 *г/л*).

Изменение состава вод карбонатных толщ мезозоя Северного Кавказа и зональное распространение их по химическому составу (в порядке — гидрокарбонатно-кальциевые, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые, сульфатно-кальциевые, гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые и хлоридно-натриевые) происходит в результате движения вод в водоносных горизонтах от областей питания к области погружения, где разгрузка их осуществляется по тектоническим разломам и через кровлю трещиноватых пород. Распространяются эти зоны на север тем дальше, чем севернее расположены области дренажа вод по тектоническим разломам. При отсутствии разломов разгрузка водоносного горизонта через кровлю затрудняется по мере быстрого погружения слоев в северном направлении под мощную толщу (тысячи метров) более молодых отложений; в этом случае зоны с различными химическими типами вод быстро сменяют друг друга.

За зоной хлоридно-натриевых вод, находящейся на границе вод инфильтрационных и погребенных морских, находится обширная, глубоко залегающая под осадочной толщей пород, зона почти застойных хлоридно-натриево-кальциевых (хлоркальциевых) вод.

Аналогичные условия формирования вод характерны и для водоносных горизонтов палеоген-неогеновых отложений. Однако здесь существенное влияние оказывает характер пород и степень их трещиноватости.

Так, например, в глинистых мергелях фораминиферовых слоев в силу слабой трещиноватости, а следовательно, и слабой их промытости вместо пресных вод в области поверхностного распространения в условиях чрезвычайно слабого водообмена формируются воды повышенной и высокой минерализации (источники Хео, Шалушка, Заюковский и др.)

На участках активного водообмена в плотных известковых мергелях этой же свиты формируются пресные воды. Однако в области погружения во всех водоносных горизонтах палеоген-неогенового комплекса воды приобретают хлоридно-натриевый и хлоркальциевый состав, а минерализация их увеличивается от нескольких десятков до 100 *г/л* и более.

Такие воды вскрываются скважинами в палеоген-неогеновых отложениях в пределах предгорных равнин в Дагестане, в Терской нефтеносной области и в Прикубанском предгорном прогибе.

В южной части горной области расположена широкая полоса юрских песчано-сланцевых пород. Воды приурочены к песчаникам и к зонам тектонического дробления пород. Водообильность песчано-сланцевых пород юры чаще невысокая. Исключение представляет восточная часть области (в Дагестане), где сланцы более плотны и в силу этого более трещиноваты и водоносны.

На водораздельных участках в условиях активного дренажа в сланцевой толще формируются слабо минерализованные воды, которые при погружении на глубину ниже урезов рек сменяются минерализованными водами. Таковы, например, хлоркальциевые воды источников по рекам Пескенчу, Широстанке и Дах с минерализацией до 12—20 *г/л*, а также

ряд источников с хлоридно-натриевой и хлоридно-гидрокарбонатно-натриевой водой (источник Ингушли). Среди этих источников имеются углекислые за счет поступления углекислоты из кристаллического фундамента.

Аналогичны условия формирования вод и в кристаллических сланцах палеозоя, которые также характеризуются весьма слабой трещиноватостью и водоносностью, связанной с тектоническими трещинами. Очень замедленный водообмен в породах палеозоя, в области их погружения ниже вреза рек, обусловили чрезвычайно слабую промытость их, в силу чего воды, находясь в длительном взаимодействии с ними, приобретают высокую минерализацию и гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый и хлоридно-натриевый состав. Воды палеозойских сланцев часто газируют углекислотой, поднимающейся по трещинам снизу, так же как в гранитах и сланцах докембрия.

Резко отличны условия формирования вод в массивных кристаллических породах докембрия (граниты, гнейсы, сильно метаморфизованные сланцы, кварциты и т. д.).

Пресные воды зоны активной циркуляции в слаботрещиноватой коре выветривания, проникая на глубину по тектоническим трещинам, встречают на своем пути восходящие струи углекислого газа (глубинного происхождения) и в пониженных местах рельефа изливаются, образуя углекислые источники (более подробно формирование их рассматривается в специальной главе).

Таким образом, в горной области отмечена зональность напорных вод в различных горизонтах, выражающаяся в увеличении минерализации вод по падению слоев от пресных до высокоминерализованных первичных погребенных вод и в смене состава вод от гидрокарбонатных к сульфатным, соляно-щелочным и соленым.

В отношении вертикальной зональности горная область относится к типу прямой зональности, при которой по вертикали вниз наблюдается увеличение минерализации и изменение химического типа от гидрокарбонатных через гидрокарбонатно-сульфатные и сульфатные к соляно-щелочным и соленым водам.

Район Кавказских Минеральных Вод. Сложный в гидрогеологическом отношении район КМВ издавна и до настоящего времени привлекает внимание исследователей, изучающих условия формирования многочисленных и разнообразных по химическому составу минеральных вод.

На общем фоне моноклинального северо-восточного падения осадочных отложений в структуре района КМВ наблюдаются прорывы осадочных пород интрузиями лакколитов, в результате внедрения которых образуется ряд разломов. В пределах района широкое развитие получили тектонические нарушения северо-восточного простирания, которые имеют существенное гидрогеологическое значение.

Основные водоносные горизонты в районе КМВ содержатся в верхнемеловых и валанжинских известняках, в пестроцветной толще титона, в известняках и песчаниках кимериджа — келловея. Водоносными, но значительно менее водообильными являются также породы среднего и нижнего палеогена, песчано-глинистая толща нижнего мела, сланцевая толща юры (на юге) и палеозоя.

Области питания водоносных горизонтов расположены в южной, наиболее высокой части района КМВ. Разгрузка же их происходит главным образом в северной половине района по разломам в основании лакколитов (источники: Юца, Пятигорские, Железноводские, Кумагорские и др.) и местами в долинах рек по зонам нарушений северо-восточ-

ного направления (источники Ессентуков, Кисловодска, Березовки). Таким образом, формирование подземных вод района КМВ происходит в условиях движения их от областей питания к участкам разгрузки.

Следует отметить, что наибольшая водообильность и наиболее активное движение вод к участкам разгрузки имеют место по зонам тектонических нарушений северо-восточного направления; вне зон степень трещиноватости, а следовательно, и водообильность пород и активность циркуляции значительно слабее.

Таким образом, в водоносных горизонтах КМВ условия формирования напорных вод не одинаковы по всему горизонту. Специфическое значение в формировании подземных вод района КМВ, накладывающее особый отпечаток на состав и свойства вод, играет свободная углекислота — результат недавнего вулканизма в районе.

Формирование вод в различных горизонтах протекает следующим образом.

В кристаллических породах палеозойского фундамента в южной части района КМВ водоносность проявляется по тектоническим разломам, так как в своей массе эти породы монолитны и практически безводны. К указанным разломам приурочены чаще всего углекислые источники. Движение вод в породах палеозоя происходит очень медленно по слаборазвитым трещинам и в них же они насыщаются углекислотой, поднимающейся с глубины.

Благодаря замедленной циркуляции и слабому водообмену, а также из-за соленосности сланцев палеозоя в них формируются минерализованные воды с сухим остатком 3—20 *г/л* обычно гидрокарбонатно-хлоридно-натриевого и хлоридно-натриевого состава (источники Красногорский, Бильбичанский, Чайнашки, Индышский, Ингушли и др.).

При неглубокой циркуляции и небольших давлениях растворимость CO_2 в водах сравнительно небольшая 1—3 *г/л*. Остальная углекислота выходит в виде сухого газа. Поступление углекислоты из трещин разломов в палеозойском фундаменте, вероятно, идет не только в южной части района КМВ, где фундамент залегает неглубоко или выходит на поверхность, но и в северной части района, где имеются разломы северо-восточного направления и в основании лакколитов. Сильно насыщенные углекислотой воды палеозоя, а также свободная сухая углекислота разгружаются по зонам нарушений в вышележащие осадочные отложения и в последних формируются углекислые воды.

В карбонатных отложениях кимеридж-оксфорда, которые распространены только в южной половине района, как правило, формируются пресные воды, питающие мощные источники (Кара-Су, Ран-Кол, Ашлы-Кол, Редантские и др.).

Воды эти имеют гидрокарбонатно-кальциевый, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевый состав, свойственный водам, формирующимся в условиях активной циркуляции и водообмена. Вместе с тем в зонах нарушений северо-восточного простирания в указанных отложениях циркулируют углекислые воды, образованные за счет поступления небольшой части углекислых вод, а также сухого газа из пород фундамента.

Такие зоны с углекислыми водами установлены в известняках кимеридж-оксфорда в районе сел. Хабаз, на р. Малке и в верховьях долины р. Кумы. Углекислые воды по указанным зонам формируются в условиях движения вод по зоне в северо-восточном направлении, а также при дренаже их в покрывающие аллювиальные отложения (как, например, по Куме) и в вышележащие титонские слои (в долине Малки у сел. Хабаз). При этом в титонские породы углекислые воды посту-

пают как под давлением (снизу вверх), так и при полном выклинивании известняков кимеридж-оксфорда.

В силу благоприятных условий циркуляции и дренажа углекислых вод по зонам нарушений в породах кимеридж-оксфорда минерализация их небольшая (около 1,0—2,5 *г/л*). Воды имеют гидрокарбонатно-кальциевый и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый состав.

В пестроцветной толще титона благодаря гипсоносности формируются воды с повышенным содержанием сульфатов: гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевые (натриевые), сульфатно-гидрокарбонатные и сульфатно-кальциевые воды с минерализацией 1—3 *г/л*.

В северной части района эти воды должны смениться хлоридными водами (соляно-щелочными и солеными). Соленые воды будут залегать севернее лакколитов (участков дренажа). Такую хлоридно-натриевую воду с минерализацией 20 *г/л* встретила Суворовская скважина на глубине около 1900 *м*, а также скв. 27 у северо-западного подножия Машука (минерализация 11,5 *г/л*).

Нужно, однако, отметить, что водоносность титона вообще очень слабая (удельные дебиты скважин 0,1—0,001 *л/сек*) и только по зонам северо-восточных нарушений она значительно увеличивается (удельные дебиты скважин до 0,5 *л/сек*). В ряде же случаев скважины вскрывали почти безводные породы титона (скв. 27, 33 у северного подножия Машука и Суворовская опорная).

По всем выявленным в настоящее время северо-восточным зонам нарушений в пестроцветном титоне вскрыты углекислые воды. При медленном движении вод по зонам в северо-восточном направлении в них происходит смена типов вод от гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевых в гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевые, которые, подходя к зоне слабо промытых пород, начинают обогащаться хлором и натрием *, превращаясь вначале в гидрокарбонатно-хлоридно-кальциево-натриевые, а затем (в результате катионного обмена) в гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевые и еще далее в хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые. Далее на северо-восток эти воды должны перейти в хлоридно-натриевый тип.

Такая зональность четко выражена в Кумской зоне углекислых вод.

В Кисловодско-Ессентукской зоне в направлении движения вод наблюдается следующая зональность: 1) гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевые воды (Березовские нарзаны и Сульфатный Нарзан в Кисловодске); 2) гидрокарбонатно-хлоридно-натриево-кальциевые воды (опорная скважина 1 КМВ).

Далее на северо-восток, как установлено на Куме, должны следовать зоны с соляно-щелочными и еще далее — солеными водами.

С изменением состава углекислых вод увеличивается и минерализация их, доходя в зоне гидрокарбонатно-хлоридно-натриевых и хлоридно-гидрокарбонатно-натриевых до 5—8 *г/л*. Содержание общей углекислоты в водах пестроцветного титона должно также увеличиваться с увеличением глубины погружения слоев, а следовательно, и давления. Так, по Куме при глубине залегания углекислых вод 200—300 *м* общее содержание углекислоты достигает около 10 *г/л* (скважины 44 и 53); в скв. же 1 КМВ на глубине около 1300 *м* — до 36—40 *г/л*.

Еще далее на север по мере погружения слоев содержание газа в воде должно еще более увеличиваться.

---

* Увеличение натрия происходит также в результате катионного обмена на кальции воды.

Движение вод в пестроцветной толще титона происходит в результате разгрузки их в вышележащие карбонатные отложения титона и валанжина как в зонах нарушений северо-восточного простирания, так и по разломам у лакколитов Машук, Железная и др.

В доломитизированных известняках титона и в известняках валанжина залегает единый водоносный горизонт В южной части района КМВ в титоно-валанжинских известняках состав вод формируется в условиях активной циркуляции, благодаря чему там залегают слабо минерализованные воды главным образом гидрокарбонатно-кальциевого и сульфатно-кальциевого состава Севернее, где титоно-валанжинская толща погружается под более молодые отложения, в ней залегают напорные воды, которые вскрываются в северной половине района рядом скважин

Высокая водообильность, а следовательно, и более активная циркуляция вод наблюдаются по зонам тектонических нарушений, на остальной же площади водообильность пород слабая (удельные дебиты скважин 0,2—0,001 *л/сек*) Суворовская скважина в этой толще вообще воды не встретила

За пределами зон нарушения водоносность описываемой толщи изучена только створом скважин, пробуренных по долине Подкумка. Здесь известняковая толща залегает на глубинах 100—400 *м* и содержит гидрокарбонатно-сульфатные, сульфатно-гидрокарбонатные воды с минерализацией 1—2 *г/л*, т е воды неглубокой циркуляции С погружением известняков на северо-восток в них должна происходить смена типов вод до соляно-щелочных и соленых (вне участка дренажа, на площади к северу от лакколитов). В области глубокого погружения рассматриваемый водоносный комплекс изучен слабо (вскрыт он лишь одной скважиной). Значительно лучше изучены воды известняков титона—валанжина, циркулирующие по зонам нарушений, где в них залегают углекислые воды

В зоны нарушений северо-восточного простирания воды поступают как из собственно титон-валанжинского горизонта (как в дренирующий коллектор), так и из нижележащих отложений пестроцветного титона, где циркулируют углекислые воды Такое поступление углекислых вод из пестроцветного титона наблюдается в Кисловодске и установлено опорной скважиной № 1 КМВ

Таким образом, в формировании углекислых вод по зонам в титон-валанжинских известняках принимают участие углекислые воды пестроцветного титона

Надо отметить, что известняки титона—валанжина в зонах нарушений очень водообильны (скважины дают 1—2 млн *л/сутки*) Следовательно, основная часть воды представляет собою неуглекислую воду известняков и только небольшая часть поступает снизу, из пестроцветного титона. Поскольку углекислые воды в известняках полностью насыщены углекислотой и из них даже выделяется спонтанный газ, то малые количества углекислых вод, поступающих по зоне из пестроцветной толщи титона, должны иметь очень большое количество углекислоты, чтобы, разбавляясь в известняках с очень большим количеством неуглекислых вод, образовывать смешанную воду, перенасыщенную углекислотой.

Мы уже указывали выше, что опорная скважина 1 КМВ (к северо-востоку от Ессентуков) вывела из валанжина—титона воду с содержанием общей углекислоты 36—40 *г/л*. Формирование состава углекислых вод в зонах нарушений должно протекать в условиях движения вод, так как имеются благоприятные условия для питания и разгрузки этих

вод. Последняя происходит по разломам северо-восточного направления, где воды частично разгружаются в вышележащие песчаники готерива, баррема и апта, а также по кольцевым сбросам в районах лакколитов. Поскольку в зоне нарушения существует тесная связь между углекислыми водами пестроцветной толщи титона и углекислыми водами известняков титона—валанжина, изменение состава вод в них происходит одинаково и зональность вод по химическому составу однотипна. Таким образом, указанная выше зональность в зонах нарушений для образований титона целиком повторяется и в карбонатной толще титона—валанжина.

В песчаниках готерива, баррема и апта почти повсеместно в районе КМВ, в напорной зоне, содержатся воды с небольшой минерализацией (0,7—1 *г/л*) и в основном гидрокарбонатно-сульфатно-натриевого типа. Таким образом, в северной половине района КМВ, где циркулируют напорные воды, в указанной толще песчаников распространена одна широкая гидрохимическая зона вод. Только на западной и восточной границах района тип вод гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый и хлоридно-натриевый с минерализацией до 2 *г/л*.

Сказанное свидетельствует о том, что в песчаной толще нижнего мела формирование состава вод происходит в условиях достаточно активной циркуляции и водообмена.

Помимо лакколитов, частичная разгрузка, по-видимому, может происходить по северо-восточным зонам нарушений в верхнемеловой горизонт.

В толще верхнемеловых известняков, в напорной зоне, распространенной в северной половине района, формирование вод протекает в условиях, аналогичных валанжин-титонскому горизонту.

В области неглубокого погружения известняков верхнего мела в них формируются пресные воды гидрокарбонатно-кальциевого и гидрокарбонатно-сульфатно-натриевого состава. Полоса слабо минерализованных вод вдоль границы погружения известняков на западе узкая (до 2—3 *км*), а на востоке широкая (до 7—10 *км*).

Более глубокое внедрение слабо минерализованных вод в область погружения в восточной части объясняется более активным дренажем этого горизонта у лакколитов Верблюд, Бык, Железная, Машук. За водами указанного типа следует гидрохимическая зона гидрокарбонатно-хлоридно-натриевых вод и еще более широкая зона залегания хлоридно-натриевых вод. В пределах общего поля хлоридных вод в верхнемеловых отложениях отдельными островками залегают воды пестрого состава, образованные в результате разгрузки вод различных горизонтов по тектоническим разломам у лакколитов и смешения их. Таким образом, формируются пятигорские и железноводские источники. Пока еще недостаточно точно установлен горизонт, из которого поступает сероводород, имеющийся в Пятигорских источниках. По разломам в куполовидной структуре поступают с глубины в верхний мел и углекислые соляно-щелочные воды Нагутского участка.

Углекислые воды развиты в верхнем мелу и в ессентукской свите в результате разгрузки титонских и валанжинских углекислых вод. Здесь также не совсем еще ясным является появление сероводорода в скважинах 1 и 2 в Ессентуках в количестве до 24 *мг/л*.

В зоне погружения отложения палеогена-неогена вследствие ничтожной трещиноватости промыты весьма слабо и содержат хлоридно-натриевую воду с минерализацией до 10 *г/л*. На больших глубинах эти породы совершенно не промыты и содержат практически погребенную морскую воду хлоркальциевого типа с минерализацией более

25 *г/л* (Горячеводская структурная скважина в Пятигорске). Только в зонах тектонических нарушений и по более крупным трещинам залегающие на глубине мергели ессентукской свиты, как наиболее плотные, а следовательно, и наиболее трещиноватые, содержат воду сравнительно низкой минерализации.

Эти воды в процессе циркуляции к участкам разгрузки меняют свой состав от гидрокарбонатно-кальциевого, характерного для областей питания, до гидрокарбонатно-натриевого и, наконец, до гидрокарбонатно-хлоридно-натриевого. При этом благодаря достаточной промытости пород минерализация вод не достигает значительных величин (1,5—2,5 *г/л*). Однако в мергелях ессентукской свиты в северо-восточном направлении воды обогащаются хлоридами и севернее лакколитов, вне участков дренажа, должны содержать воды хлоридно-натриевые. Такие воды, например, встретили скважины 84, 69 и 3 в 12 *км* к югу от Нагутского участка, где отсутствует влияние дренажа у лакколитов. В ессентукской зоне нарушения в мергелях ессентукской свиты встречаются углекислые воды большей частью гидрокарбонатно-хлоридно-натриевого, а также хлоридно-гидрокарбонатно-натриевого состава с минерализацией 5—10 *г/л*. Такие же воды наблюдаются в мергелях ессентукской свиты и на Нагутском участке.

Эти воды сформированы в результате проникновения углекислых вод по разломам из нижележащих отложений верхнего мела, нижнего мела и валанжина—титона На склонах лакколитов воды, поступающие с глубины в отложения палеогена, несколько метаморфизуются, постепенно теряя сульфаты (характерные для основных вод источников Пятигорска и Железноводска) и превращаясь в соляно-щелочные и еще глубже по падению слоев в хлоридно-натриевые. Постепенное видоизменение состава основных вод курорта, попавших в палеоценовые отложения (песчаники свиты Горячего Ключа) и растекающихся в них вниз по падению слоев, хорошо было прослежено на юго-западном склоне Машука.

Таким образом, во всех стратиграфических горизонтах, слагающих район КМВ, в зоне напоров устанавливается горизонтальная гидрохимическая зональность, которая на участках от области питания до области разгрузки является неполной, т. е. отсутствуют последние две зоны — хлоридно-гидрокарбонатно-натриевая и хлоридно-натриевая. На участках же вне влияния дренажа, обусловленного лакколитами, гидрохимическая зональность является полной.

Вертикальная зональность южной части КМВ — прямая с увеличением минерализации с глубиной; в северной же части — обратная, со сменой по глубине минерализованных вод слабо минерализованными, а затем вновь с переходом к минерализованным. Так, например, в отложениях палеогена преимущественно развиты высокоминерализованные воды, в верхнем мелу минерализация вод уменьшается (в результате более активной циркуляции и разгрузки). Невысокую минерализацию имеют и воды песчаников нижнего мела. Еще ниже по разрезу вновь появляются минерализованные воды валанжина—титона и пестроцветного титона Только севернее района КМВ, где не сказывается влияние дренажа водоносных горизонтов лакколитами, вертикальная зональность должна быть прямой.

Таким образом, с увеличением глубины залегания слоев титона в северо-восточном направлении увеличивается в них содержание углекислоты, доходящее до нескольких десятков граммов, т. е. намного более того, что имеется в углекислых водах, циркулирующих на небольшой глубине в южной части района КМВ Это свидетельствует о том,

что по пути движения вод по зонам нарушения на северо-восток они все больше насыщаются углекислотой, поступающей из трещин фундамента.

Если считать, что углекислые воды формируются только на юге района КМВ, т. е. в районе Приэльбрусья, где в силу неглубокой циркуляции и небольших давлений содержание углекислоты в водах сравнительно небольшое (2—3,5 *г/л*), то при движении их на северо-восток в слоях, непосредственно залегающих на фундаменте, содержание углекислоты не увеличивалось бы, а наоборот, уменьшалось в результате разбавления неуглекислыми водами, чего в действительности не наблюдается.

В области погружения титона насыщение вод углекислотой не доходит до максимально возможного при существующем давлении и температуре. Так, например, в водах скважин 44 и 54 на р. Куме, где пластовое давление (за забое закрытой скважины) достигает 25—35 *атм* и температура вод равна 16° С, могло бы раствориться около 40—60 *г/л* углекислоты, а фактически имеется только 10 *г/л*. В скв. 1 КМВ при пластовом давлении около 1600 *м* и температуре вод 50° С могло бы раствориться углекислоты около 140 *г/л*, а фактически имеется 36—40 *г/л*.

Следовательно, степень недонасыщенности вод титона углекислотой зависит от степени разбавления их неуглекислыми водами.

Углекислые воды титона и титона—валанжина (в области глубокого погружения), поднимаясь вверх по разломам и разбавляясь неуглекислыми водами водоносных горизонтов, приводят к формированию различных углекислых источников курортов КМВ.

Терская нефтеносная область. Вопросы формирования подземных вод Терской нефтеносной области отражаются в работах ряда исследователей: А. Д. Архангельского и З. С. Залманзона (1931), Н. Т. Линдтропа (1923—1925), Л. М. Малярова (1929), В. М. Николаева (1946), Г. М. Сухарева (1954) и др. Наиболее полно этот вопрос рассматривается в работе Г. М. Сухарева (1954).

Ниже нами дается краткая характеристика условий формирования подземных вод этого района, исходя из его общих геолого-структурных и гидрогеологических условий.

Терская нефтеносная область образована двумя широтными антиклинальными складками, усложненными надвиговыми нарушениями, простирающимися вдоль осей складок. В осевых частях их выходят на поверхность образования апшерона, акчагыла, сармата и среднего миоцена.

Апшеронские и акчагыльские слои от предгорий до Терско-Кумской впадины прерываются Передовыми хребтами (будучи размытыми в осевой части их), в силу чего приуроченные к ним водоносные горизонты находятся в условиях гидрогеологически открытых и относительно промываемых структур. Питание верхнеплиоценовых водоносных горизонтов осуществляется в предгорьях и частично на склонах Передовых хребтов, а естественная разгрузка — на южном склоне Сунженского хребта.

Вследствие преимущественно континентального характера отложений верхнего плиоцена в них формируются воды слабой (ближе к областям питания) и повышенной (на глубоких участках погружения горизонтов) минерализации. Преобладающий состав вод гидрокарбонатно-кальциевый, сульфатно-кальциевый и сульфатно-натриевый. При этом воды акчагыльского горизонта, представленного здесь морскими

отложениями, являются более минерализованными, чем воды апшеронских континентальных отложений.

В верхнесарматском горизонте, питание которого также осуществляется в предгорьях, воды по качеству резко разделяются на два типа. В западной части Передовых хребтов, где верхнесарматские отложения содержат рыхлые песчаники, в них происходит интенсивная циркуляция вод от предгорий (область питания) в Терско-Кумскую впадину, обходя Передовые хребты с запада. Водообмен и интенсивная циркуляция вод в горизонте обеспечиваются разгрузкой водоносного горизонта через его кровлю благодаря неглубокому (200—250 *м*) залеганию верхнего сармата в западной части Терско-Кумского артезианского бассейна. В этих условиях здесь формируются слабо минерализованные воды (до 1 *г/л*) гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциево-магниевого состава (сел. Заманкул), т. е. переходного типа от гидрокарбонатно-кальциевого типа к сульфатно-натриевым. В восточной половине Передовых хребтов состав пород верхнего сармата резко изменяется, становясь в основном глинистым; прослои песчаников имеют незначительную мощность и не выдержаны по простиранию. К тому же здесь верхний сарматский горизонт находится в условиях закрытой структуры. В области Терско-Кумской впадины он погружается на глубину более 1500 *м*. Таким образом, в условиях, неблагоприятных для циркуляции и водообмена, в восточной части Передовых хребтов сохранились высокоминерализованные погребенные морские воды хлоркальциевого типа. Воды эти должны залегать и южнее в пределах значительной части Сунженской депрессии и севернее — в Терско-Кумской впадине.

Рассматриваемые высокоминерализованные хлоридно-натриево-кальциевые воды относятся к первичным погребенным морским водам на основании их высокой минерализации (рассолы хлоридно-натриевого состава) и залегания в глубоких частях гидрогеологически закрытых структур с почти застойным режимом. Кроме того, в истории развития территории Северного Кавказа и, в частности, Предкавказья не было условий для полного вытеснения первичных погребенных морских вод, так как с момента образования Кавказского хребта море постепенно отступало, а затем, с образованием Ставропольской возвышенности, разделилось на два бассейна (Азовское и Каспийское моря).

Таким образом, морской бассейн полностью не исчезал, а только отступал. Ясно, что при таком положении в пределах суши могло происходить постепенное вытеснение из водоносных горизонтов первичных вод, но полностью они не могли быть вытеснены, так как под морскими бассейнами в глубоколежащих горизонтах (откуда вытеснение чрезвычайно затруднено) и в пределах современной суши они должны были сохраниться.

Еще более сложными являются условия формирования вод в мощной толще среднемиоценовых отложений этой области, содержащей серию пластов рыхлых песчаников. В этих песчаниках заключен ряд водоносных горизонтов, питание которых осуществляется в предгорьях, свободная же разгрузка вод, с различной интенсивностью для каждого горизонта песчаников, происходит на склонах Передовых хребтов, где имеются выходы слоев этих песчаников на дневную поверхность. В результате дренажа здесь образуются минеральные источники (Серноводск, Брагуны, Исти-Су и др.).

Несмотря на наличие свободного дренажа, водообмен в среднемиоценовых горизонтах протекает вообще медленно и с различной интенсивностью в разных слоях песчаников

В менее глинистых песчаниках движение вод и водообмен более интенсивны и в них формируются воды с минерализацией 1,5—3 *г/л* гидрокарбонатно-сульфатно-натриевого и гидрокарбонатно-натриевого типов. При этом щелочный характер имеют воды с большой минерализацией, образованные в результате метаморфизации вод с повышенной сульфатностью (при десульфатизации вод в результате биохимических процессов). Более глинистые, а следовательно, и менее промытые слои песчаников содержат воду с повышенным количеством хлоридов; состав формирующихся в таких условиях вод хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый и хлоридно-натриевый.

Минерализация этих вод составляет 5—12 *г/л*. Дебиты источников с хлоридными водами незначительны. При движении вод от области питания к области разгрузки они погружаются в Сунженской впадине на глубину 2000—3000 *м* и становятся термальными.

Кроме перечисленных вод инфильтрационного происхождения, в среднемиоценовых отложениях на промысловых участках Али-Юрт, Алхазово, Вознесенское, Малгобек (северо-западная часть Передовых хребтов), в некоторых слоях караганских и чокракских песчаников залегают высокоминерализованные воды хлоркальциевого типа, которые, находясь в закрытых условиях почти застойного режима (в поднадвиговых частях складок и в недренируемых частях структур), относятся к погребенным морским водам.

Таким образом, в пределах Терской нефтеносной области в одних случаях формируются воды инфильтрационного цикла при интенсивном водообмене в водоносных горизонтах, в других они характеризуются почти застойным режимом, в условиях которого сохранились первичные погребенные морские воды.

Область плоскостного Дагестана. В пределах плоскостного Дагестана, протягивающегося узкой полосой между горной областью и Каспийским морем, водоносные горизонты встречаются в верхнеплиоценовых, мэотических, сарматских, среднемиоценовых, палеогеновых и юрских отложениях. Наиболее широко по площади описываемого района развиты среднемиоценовые и нижележащие водоносные горизонты. Более молодые образования залегают на отдельных участках, и водоносные горизонты в них не имеют сплошного распространения.

В апшеронских, акчагыльских, мэотических и сарматских отложениях развиты большей частью грунтовые воды слабой и повышенной минерализации. Только в сарматских отложениях на ряде участков (г. Дербент, Катынтаусская синклиналь) залегают напорные воды на глубинах 200—450 *м*. Эти воды также имеют слабую или повышенную минерализацию и гидрокарбонатно-натриевый, сульфатно-натриевый и сульфатно-хлоридно-натриевый состав. Таким образом, воды циркулируют в гидродинамической зоне активного и затрудненного водообмена.

В отношении условий формирования и гидрохимической зональности вод наибольший интерес по данной территории представляют водоносные горизонты среднего миоцена, палеогена, мела и юры. В условиях формирования подземных вод этих горизонтов имеются общие черты.

Все горизонты выходят на поверхность в горной области, где и расположены области их питания. В пределах Прикаспийской низменности они погружаются под более молодые отложения и уходят на значительные глубины (200—2400 *м* и более). Область выхода пород водоносных горизонтов в предгорьях и горных областях представляет собой гидродинамическую зону активного водообмена с преимущественным развитием пресных вод гидрокарбонатного, гидрокарбонатно-сульфат-

ного и сульфатного типов Однако в этой области в результате складчатости (средняя и нижняя юра) и тектонических нарушений местами создаются условия для более глубокой циркуляции подземных вод с замедленным водообменом в водоносных горизонтах. Дренаж этих горизонтов обусловливает появление источников с более минерализованной водой (до 3—8 *г/л*) различного химического состава. сульфатно-хлоридного, гидрокарбонатно-хлоридно-натриевого, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевого и даже хлоридно-натриевого (в чокракско-спириалисовых слоях) с высокой минерализацией.

Образование источников, среди которых имеются и минеральные, и термальные, связано почти со всеми водоносными горизонтами горной области. Таким образом, в горной области формирование подземных вод происходит в условиях как активного, так и замедленного водообмена.

При погружении слоев в северо-восточном направлении водоносные горизонты в пределах Прикаспийской низменности переходят большей частью в зону гидрогеологически закрытой структуры с почти застойным режимом подземных вод. В пределах плоскостного Дагестана воды среднемиоценового и нижележащих горизонтов являются повсеместно напорными и вскрываются в пределах нефтегазоносных месторождений Дагестана скважинами на глубинах 2000—2470 *м* и более. Во всех водоносных горизонтах, за исключением самого верхнего — среднемиоценового, здесь залегают высокоминерализованные хлоридно-натриево-кальциевые воды с минерализацией 60—100 *г/л* и более. Эти воды, как правило, являются термальными с температурой до 40—60° С. Они представляют собой первично погребенные морские воды, медленно вытесняемые по тектоническим разломам. Среднемиоценовые горизонты (караган, чокрак), залегающие ближе к поверхности и имеющие лучший водообмен, содержат менее минерализованные воды с сухим остатком от 3 до 30 *г/л*. По составу это чаще всего гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые и хлоридно-натриевые воды. Менее минерализованные разности их являются гидрокарбонатно-сульфатно-натриевыми и хлоридно-сульфатными. Наиболее минерализованные воды (более 20 *г/л*), чаще хлоридно-гидрокарбонатно-натриевого и хлоридно-натриевого состава, залегают на глубинах 600—1250 *м*.

В формировании состава вод среднемиоценовых горизонтов принимают участие и высокоминерализованные воды нижележащих водоносных горизонтов, которые разгружаются по тектоническим разломам.

Таким образом, формирование подземных вод в среднемиоценовых отложениях происходит в условиях затрудненного, а при глубоком залегании — весьма затрудненного водообмена.

Следует отметить, что воды соляно-щелочного типа (гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые) в среднем миоцене распространены довольно широко, что свидетельствует о наличии условий для водообмена, который осуществляется в результате дренажа горизонта как на выходах пород (под четвертичными отложениями) в пределах Прикаспийской низменности, так и по тектоническим разломам.

В пределах же Буйнакской синклинали, где чокракский водоносный горизонт образует артезианский бассейн и погружается на сравнительно небольшую глубину (максимум до 450 *м*), формирование подземных вод протекает в иных условиях. Неглубокое залегание водоносного горизонта и дренаж его в восточной части бассейна обусловили благоприятные условия для водообмена в горизонте и привели к образованию слабо минерализованных вод на крыльях впадины (на глубинах 60—200 *м*) и более минерализованных (2—4 *г/л*) в глубокой части

ее. В составе вод обычно преобладают гидрокарбонаты, сульфаты, натрий и кальций.

Таким образом, при движении вод от областей питания к области замедленного движения в водоносных горизонтах среднего миоцена, палеогена, мела и юры наблюдается смена вод слабо минерализованных гидрокарбонатно-кальциевых и гидрокарбонатно-сульфатных высокоминерализованными хлоридно-натриевыми и хлоркальциевыми.

В результате резкого погружения отложений мела и юры смена химических типов вод по движению подземного потока происходит быстро и гидрохимические зоны вод инфильтрационного генезиса протягиваются узкими полосами по простиранию пластов в пределах горной и предгорной областей. На равнине же залегают весьма медленно вытесняемые хлоркальциевые воды морского генезиса. В палеогеновых водоносных горизонтах гидрохимические зоны должны быть шире и воды инфильтрационного генезиса могут захватывать часть низменности и, чем ближе горизонт к поверхности, тем дальше в пределы низменности будут заходить зоны соляно-щелочных вод инфильтрационного цикла.

Наконец, в среднемиоценовых водоносных горизонтах, залегающих еще ближе к поверхности, первичные хлоркальциевые воды вытеснены полностью и в этих горизонтах формируются воды инфильтрационного цикла. Здесь формируются гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные воды, которые при погружении слоев переходят в сульфатные и, в конечном счете, в гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые и хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые. Только на участках максимального погружения встречаются хлоридно-натриевые воды, образованные в результате смешения инфильтрационных хлоридных вод с первичными погребенными морскими водами.

В Буйнакском артезианском бассейне, имеющем благоприятные условия для стока, формирование вод инфильтрационного цикла осуществляется следующим путем: от гидрокарбонатно-кальциевых до гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевых. В наиболее глубоких частях бассейна воды приобретают гидрокарбонатно-натриевый состав.

Таким образом, в среднемиоценовых водоносных горизонтах наблюдается зональное залегание вод по химическому составу. Однако горизонтальная зональность здесь уже является неполной, отсутствуют конечные зоны; на одних участках (на больших глубинах) отсутствует последняя зона первичных хлоркальциевых вод, на других — зоны хлоридно-натриевых и хлоркальциевых вод, а на третьих (Буйнакский бассейн) — отсутствуют зоны гидрокарбонатно-хлоридно-натриевых, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевых, хлоридно-натриевых и хлоркальциевых вод. Вертикальная гидрохимическая зональность в рассматриваемой области относится к типу прямой, характеризующейся увеличением минерализации с глубиной и переходом от щелочных и соляно-щелочных вод (среднего миоцена) к соленым и к хлоркальциевым (палеоген, мел и юра).

Область Ставропольского сводового поднятия. В пределах Ставропольской возвышенности, представляющей собой антиклинальное поднятие с пологим погружением крыльев на запад, север и восток, водоносные горизонты связаны с верхнесарматскими, среднесарматскими, нижнесарматскими и среднемиоценовыми песчаными слоями. Первые два горизонта, объединенные в единый водоносный комплекс, приурочены к мощной толще песков. По характеру циркуляции воды — грунтовые, пресные, активно дренируемые долинами рек и балок. Условия

образования их описаны выше. Два других водоносных горизонта содержат напорные воды, которые мы и рассмотрим.

Нижнесарматские отложения представлены в основном глинами, среди которых залегают маломощные горизонты (1—3 *м*) песков, содержащих воду. Поскольку нижнесарматские горизонты, погружаясь на север, находятся в условиях гидрогеологически закрытой структуры, движение вод является замедленным, породы слабо промыты и воды имеют сульфатно-хлоридно-натриевый,- хлоридно-сульфатно-натриевый и хлоридно-натриевый состав.

Увеличение минерализации и повышение хлоридности вод наблюдается на северо-восток, в направлении движения потока. В южных частях Ставропольской возвышенности, где происходит питание нижнесарматских водоносных горизонтов, воды должны быть менее минерализованные. Однако они здесь не изучены, поскольку в этих местах используются пресные воды хорошего качества из отложений среднего и верхнего сармата.

В среднемиоценовых песчано-глинистых отложениях водоносными также являются маломощные горизонты песков. Выходы их на поверхность протягиваются узкой полосой по южным склонам Ставропольской возвышенности. Погружаясь к западу, северу и востоку, эти горизонты на поверхность не выходят и, следовательно, в них находятся в условиях гидрогеологически закрытой (или почти закрытой) структуры. Это обстоятельство в сочетании со слабой водообильностью горизонтов создает условия затрудненного водообмена (дренаж осуществляется через кровлю), что в свою очередь обусловило минерализацию заключенных в них вод

Вблизи области питания (г. Ставрополь) воды сульфатно-хлоридно-натриевые (караганский горизонт) и хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые (чокракский горизонт) С погружением пластов к северу переходят в хлоридно-натриевые и кальциевые (Шар-Булук).

Ниже среднемиоценового водоносного горизонта залегает мощная толща глин майкопа, перекрывающая глубокие водоносные горизонты мезо-кайнозоя, приуроченные к закрытой структуре и содержащие почти застойные погребенные морские воды высокой минерализации В южной части области они несколько опреснены инфильтрационными водами.

Область Терско-Кумского артезианского бассейна. Зона распространения напорных вод этого бассейна охватывает восточные склоны Ставропольской возвышенности и Прикаспийскую низменность. Палеогенеогеновые и более древние отложения, слагающие указанный бассейн, образуют синклинальную структуру, ось которой простирается с запада на восток и погружается в сторону Каспийского моря.

В пределах описываемого бассейна вскрыты скважинами и эксплуатируются для водоснабжения пять основных водоносных горизонтов: в древнекаспийских, апшеронских, акчагыльских, верхнесарматских и среднесарматских отложениях. Ниже указанных образований скважинами Грознефтеразведки выведены воды из нижнемеловых отложений; водоносность же пород, залегающих между сарматом и мелом, не изучена.

Водоносные горизонты Терско-Кумской впадины, погружаясь на восток под дно Каспийского моря, на поверхность нигде не выходят. От дна моря их отделяет мощная толща (сотни метров) глин. Отсутствуют также тектонические нарушения, по которым мог бы осуществляться дренаж глубоких водоносных горизонтов. Таким образом, Тер-

ско-Кумский артезианский бассейн относится по своей структуре к гидрогеологически закрытым.

Условия формирования подземных вод этого бассейна достаточно полно охарактеризованы в опубликованной работе С. А. Шагоянца (1959). В ней приводятся различные доказательства, свидетельствующие о питании древнекаспийских и апшеронских водоносных горизонтов за счет пресных вод древнего аллювия Терека.

Общим для всех водоносных горизонтов является движение подземных вод в северо-восточном направлении, т. е. от более приподнятых участков бассейна в сторону Каспийского моря.

Движение потоков артезианских вод в указанных направлениях, в условиях закрытой структуры и при отсутствии областей дренажа осуществляется в результате разгрузки подземных вод через глинистую кровлю. В древнекаспийских отложениях, главным образом в хазарском и бакинском ярусах, имеются водоносные горизонты с напорной водой. Хвалынские отложения содержат в основном грунтовые воды.

Питание напорных водоносных горизонтов древнекаспийских отложений происходит главным образом на юге и юго-западе. Оно осуществляется за счет пресных вод древнеаллювиальных отложений, заполняющих глубокую древнюю долину Терека, а также залегающих на предгорной наклонной равнине вдоль северных предгорий Дагестана, где протекают реки Сулак, Акбаш, Аксай и др. Верхние же горизонты в хазарских отложениях, залегающих под четвертичными образованиями равнины, питаются за счет ее грунтовых вод.

В силу указанных различий в условиях питания в нижней части комплекса хазарских и особенно в бакинских горизонтах на значительной площади бассейна формируются пресные воды, тогда как верхние горизонты хазарского яруса содержат воду повышенной минерализации. При этом в направлении движения вод в водоносных горизонтах наблюдается зональное распределение их по химическому составу. Наиболее четко гидрохимическая зональность установлена в бакинском водоносном горизонте. Здесь в направлении движения подземного потока выделяются следующие зоны: 1) гидрокарбонатно-кальциевых вод; 2) сульфатно-натриево-кальциевых и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевых вод; 3) сульфатно-натриево-кальциевых вод; 4) гидрокарбонатно-натриевых (щелочных) вод; 5) гидрокарбонатно-хлоридно-натриевых вод; 6) хлоридно-гидрокарбонатно-натриевых вод; 7) хлоридно-натриевых вод.

За последней зоной под дном Каспия должна располагаться зона хлоридно-натриево-кальциевых погребенных морских вод.

Минерализация вод в пределах первых четырех зон, охватывающих большую часть площади артезианского бассейна вплоть до берега моря, незначительна (0,4—0,6 *г/л*) и только при переходе от четвертой зоны к последующим начинает быстро возрастать, достигая в четвертой зоне 1—2 *г/л*, в пятой — 3—4 *г/л* и в шестой — 7 *г/л* и более.

При этом важно отметить, что зоны с пресными водами проникают в водоносный горизонт на протяжении до 200 *км*. Это свидетельствует о том, что разгрузка подземных вод через глинистую кровлю обеспечивает активную циркуляцию вод и интенсивный водообмен в водоносном горизонте, приводящий к формированию в нем пресных вод. Таким образом, в древнекаспийских отложениях водоносные горизонты (бакинские) находятся в гидродинамической зоне активной циркуляции.

В хазарских отложениях зональность будет неполной: отсутствуют зоны с пресной водой, так как питание горизонтов идет за счет минерализованных грунтовых вод хвалынских отложений.

Апшеронские водоносные горизонты, как указывалось выше, в верхней своей части получают питание за счет пресных вод древнего аллювия. Нижние же водоносные горизонты толщи апшерона питаются атмосферными водами, выпадающими на площади выходов апшеронских отложений в предгорьях, откуда воды движутся через Кабардинскую равнину в пределы Терско-Кумского бассейна. Питание апшеронского горизонта осуществляется также за счет пресных вод аллювия в древней долине Кумы, врезанной в апшеронские отложения.

От областей питания воды движутся в апшеронском горизонте в северо-восточном и восточном направлениях. По движению потока формируются те же гидрохимические зоны, что и в бакинском горизонте, с той только разницей, что здесь установлена также и последняя зона хлоридно-натриево-кальциевых вод с минерализацией около 73 *г/л* (сел. Адык за пределами описываемой территории).

Формирование химического состава напорных вод наиболее изученных древнекаспийских (бакинских) и апшеронских горизонтов и зональное распределение их по составу представляется следующим образом. При движении от областей питания на северо-восток слабо минерализованные воды из гидрокарбонатно-кальциевых в результате катионного обмена и обогащения сульфатами (за счет растворения гипса и окисления пирита и марказита, находящихся в рассеянном виде в водовмещающих породах) превращаются постепенно в сульфатно-натриевые воды (переходя через ряд промежуточных типов). При дальнейшем движении их, под воздействием продолжающегося катионного обмена и восстановления сульфатов (в анаэробных условиях), воды превращаются в гидрокарбонатно-натриевые. Восстановление сульфатов, сопровождаемое выделением сероводорода, наличие которого в небольших количествах характерно для вод северо-восточных и восточных участков бассейна, обусловлено влиянием органических веществ, содержащихся в иловых песках водоносных горизонтов, а также углеводородных газов, присутствующих в водах этой части бассейна.

При переходе щелочных вод в область слабо промытых морских отложений с вытеснением первичных погребенных рассолов они обогащаются хлоридами и превращаются в гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые и в хлоридно-натриевые, за которыми далее расположены первичные погребенные морские воды.

Поскольку область питания нижних водоносных горизонтов апшерона расположена в предгорьях, то воды их при достижении центральной части бассейна обладают уже повышенной минерализацией, тогда как верхние горизонты, питающиеся за счет древнеаллювиального водоносного горизонта на участках ближе к центру бассейна, имеют здесь воду слабой минерализации (сел. Величаевка).

Акчагыльский водоносный горизонт изучен главным образом в центральной и западной частях бассейна, так как на востоке он погружается глубоко и буровыми скважинами не вскрывается. Питание его происходит на нескольких участках: в древней долине Кумы, на северном склоне Терского хребта и на восточном склоне Ставропольской возвышенности, где имеются выходы акчагыльских пород на поверхность. На первом участке питание происходит пресными водами древнего аллювия, на втором — атмосферными водами, на третьем — минерализованными водами с повышенным содержанием хлора, сульфатов и натрия. В образовании последних могут участвовать как атмосферные осадки, так и воды сарматского горизонта. При этом атмосферные воды, инфильтруясь через покровные суглинки и сарматские пески,

циркулируя по глинам, обогащаются солями и, достигая общей высокой минерализации, попадают в акчагыльские отложения. В питании более глубоких водоносных горизонтов акчагыла могут принимать участие и атмосферные осадки, выпадающие в области предгорий. Таким образом, формирование подземных вод акчагыльских отложений происходит при различных условиях питания.

Благодаря этому в описываемом водоносном горизонте формируются два потока с водами различной минерализации, которые затем сливаются вместе и образуют единый поток, движущийся на северо-восток и восток. Наличие различных областей и условий питания акчагыльских водоносных горизонтов привело к тому, что к западу от среднего течения Кумы в акчагыле залегают минерализованные (3—4 *г/л*) воды, которые в направлении движения уменьшают свою минерализацию за счет смешения с пресными водами.

Восточнее Кумы пресные воды по мере движения увеличивают свою минерализацию и в восточной части бассейна приобретают хлоридный состав. Пресные воды распространяются здесь восточнее Ачикулака. Скважины в районе Озек-Суата вскрыли соленую воду с минерализацией более 8 *г/л*. Следовательно, изменение состава вод от пресных к хлоридным, со сменой соответствующих гидрохимических зон, четко установлено только в бакинском и апшеронском горизонтах.

Напорные воды верхнего и среднего сармата изучены на небольших площадях в северо-западной и западной частях бассейна. Питание их происходит на восточном склоне Ставропольской возвышенности, где песчаные толщи сармата имеют широкое поверхностное распространение и содержат пресные грунтовые воды. Кроме этого, питание верхнесарматского водоносного горизонта может происходить и с юга — со стороны предгорий, где упомянутые отложения выходят на поверхность. Отсюда подземные потоки могут двигаться в обход Передовых хребтов с запада и восточнее их.

Первый из указанных потоков вскрыт рядом скважин на Малом Кабардинском хребте, в районе сел Заманкул. Здесь из верхнего сармата получены самоизливающиеся воды гидрокарбонатно-сульфатно-натриевого состава с минерализацией 0,85 *г/л*.

Потоки пресных вод в верхнем сармате в восточной части бассейна могут быть встречены в полосе, примыкающей к предгорьям; севернее же этой полосы, в силу резкого глубокого погружения водоносного горизонта и неблагоприятных условий разгрузки и водообмена в нем, должны залегать высокоминерализованные соленые воды.

Таким образом, в западной части бассейна за счет питания пресными водами, движущимися со стороны Ставропольской возвышенности, в верхнесарматском и среднесарматском горизонтах формируются пресные воды гидрокарбонатно-сульфатного, гидрокарбонатно-натриевого и реже сульфатного состава. Движение потоков в упомянутых горизонтах обусловлено разгрузкой вод через их кровлю. Эти воды при движении на северо-восток в верхнесарматском горизонте переходят в хлоридно-сульфатно-магниевые повышенной минерализации и севернее оз. Довсун — в хлоридно-сульфатно-магниево-натриевые с минерализацией 4 *г/л* и более. На значительной площади восточной половины бассейна в верхнем сармате должны залегать соленые воды. Таким образом, здесь устанавливается хотя и не полная, но совершенно отчетливо выраженная гидрохимическая зональность.

В ряде пунктов бассейна скважинами Грознефтеразведки из отложений верхнего и нижнего мела с большой глубины (2000—3000 *м*) были выведены термальные высокоминерализованные воды хлоридно-

натриево-кальциевого состава с минерализацией до 50—175 *г/л*. Эти воды представляют собой первичные погребенные морские воды, находящиеся в почти застойном состоянии. Они медленно вытесняются потоками инфильтрационных вод, движущихся в основном со стороны северного склона Кавказа. Погребенные рассолы должны залегать и в отложениях, более древних, чем меловые. Таким образом, несмотря на то, что Терско-Кумский артезианский бассейн является гидрогеологически закрытым, формирование состава вод в водоносных горизонтах происходит в условиях движения артезианских вод в северо-восточном направлении вследствие разгрузки их через глинистую кровлю. Благодаря разгрузке вод в бортовой части бассейна в ряде водоносных горизонтов, залегающих на глубинах 150—350 *м*, создается активная циркуляция, приводящая к образованию пресных вод на большей части описываемой площади. При этом в водоносных горизонтах образуется горизонтальная гидрохимическая зональность типа полной зональности гидрогеологически закрытых структур. Этот тип горизонтальной зональности характеризуется наличием в водоносном горизонте всех гидрохимических зон, начиная от пресных гидрокарбонатно-кальциевых (в области питания) до высокоминерализованных хлоридно-натриевых и первичных хлоридно-натриево-кальциевых вод (при погружении водоносного горизонта в глубокие части впадины).

Что касается вертикальной зональности вод в бассейне, то в различных частях его она имеет различный характер, что свойственно вообще артезианским бассейнам засушливых областей Юга СССР. Так, в областях питания водоносных горизонтов вертикальная зональность прямая, характеризующаяся увеличением минерализации с глубиной и с переходом от гидрокарбонатных вод к сульфатным и хлоридным. В некотором отдалении от областей питания, в бортовой части бассейна, создается уже тип обратной вертикальной зональности, когда с глубиной наблюдается смена более минерализованных вод верхних горизонтов (хазарских отложений) менее минерализованными водами (пресные воды бакинского, апшеронского и акчагыльского горизонтов), а еще глубже вновь залегают более минерализованные воды (верхний сармат и другие нижележащие горизонты). Такая вертикальная зональность в бортовой части бассейна вызвана различными условиями питания верхних и нижних водоносных горизонтов, о чем говорилось выше. Еще далее, во внутреннем поле бассейна, вертикальная зональность вновь становится прямой (Черные земли, сел. Адык, о-в Чечень).

Область Кубанского артезианского бассейна. В рассматриваемом бассейне имеется ряд артезианских водоносных горизонтов, приуроченных к отложениям: древнечетвертичным, апшеронским, куяльницким, киммерийским, надпонтическим, понтическим, мэотическим, сарматским, среднемиоценовым, нижнемиоценовым, олигоценовым, палеоценовым, мезозойским и палеозойским. Испытывая общее погружение под дно Азовского моря, водоносные горизонты погружаются на значительные глубины и, не имея явных участков разгрузки, находятся таким образом в гидрогеологически закрытых условиях, аналогичных условиям Терско-Кумского артезианского бассейна.

В мощной толще пород, которые залегают выше понтических отложений, имеется большое число прослоев песка, образующих многочисленные водоносные горизонты (от четвертичных до среднеплиоценовых включительно), которые гидравлически связаны между собой. Таким образом, всю эту надпонтическую толщу можно рассматривать как единый водоносный комплекс.

Питание надпонтического комплекса водоносных горизонтов происходит на южной и юго-восточной окраинах впадины главным образом путем фильтрации пресных вод аллювиальных отложений рек бассейна Кубани. Отсюда воды движутся вначале на северо-запад, а в осевой части впадины — с востока на запад. Движение вод в водоносных горизонтах рассматриваемого комплекса происходит в результате разгрузки их через кровлю, что приводит к активному водообмену и формированию слабо минерализованных вод. Широкое развитие последних в пределах значительной части площади бассейна является характерной особенностью надпонтического водоносного комплекса. Только в самой северной части бассейна и в Приморской полосе вследствие уменьшения напоров условия для разгрузки через кровлю ухудшаются и минерализация вод повышается, доходя до 1—3,5 *г/л* и более.

Протекающие при циркуляции вод процессы выщелачивания, катионного обмена, окисления и восстановления приводят к смене химических типов вод в направлении движения от гидрокарбонатно-кальциевых (в области питания) к гидрокарбонатно-сульфатно-натриевым и гидрокарбонатно-натриевым (в центральной части впадины) с минерализацией до 0,4—0,7 *г/л*. Еще далее на север и на северо-запад состав вод становится гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридно-натриевым, хлоридно-сульфатно-натриевым, гидрокарбонатно-хлоридно-натриевым и хлоридно-натриевым. Переход вод, содержащих сульфаты, в бессульфатные сопровождается образованием сероводорода (как результат восстановления сульфатов).

В понтических отложениях имеется ряд водоносных горизонтов, основная область питания которых находится в южной предгорной части Северного Кавказа, а дополнительная — на склонах Ставропольского поднятия. В южной части бассейна питание понтического водоносного горизонта происходит атмосферными водами и за счет пресных вод песчано-галечного аллювия, прикрывающего понтические отложения. Со стороны Ставропольской возвышенности питание происходит за счет минерализованных грунтовых вод суглинков, перекрывающих понтические отложения.

Благодаря различным условиям питания в понтическом горизонте существует два потока: главный поток пресных вод движется с юга и юго-востока на север и северо-запад и второстепенный (минерализованных вод) — с востока на запад (Егорлыкский артезианский бассейн). Оба потока в среднем течении Егорлыка смешиваются, далее движение вод происходит с востока на запад.

Эти особенности питания понтического водоносного горизонта создают различные условия формирования вод в различных частях бассейна. При движении вод от южных и юго-восточных областей питания на значительной площади бассейна формируются слабо минерализованные воды. В западной части южного борта Западно-Кубанского прогиба, где понтические отложения резко погружаются на значительные глубины (1000—1500 *м*), условия разгрузки вод ухудшаются и циркуляция их затрудняется. Это приводит к быстрому повышению минерализации на сравнительно коротком расстоянии (до 10—15 *г/л* и более) и к смене менее минерализованных хлоридно-гидрокарбонатно-натриевых вод хлоридно-натриевыми и хлоридно-натриево-кальциевыми в результате вытеснения первичных погребенных морских вод. Севернее Западно-Кубанского прогиба, где понтический горизонт залегает неглубоко, разгрузка его вод, движущихся с востока и северо-востока, более интенсивна. Первичные воды здесь вытеснены и замещены водами сравнительно невысокой минерализации.

В юго-восточной части бассейна понтические отложения погружаются на северо-запад более полого, в связи с чем рост минерализации вод идет здесь медленно и на значительной площади они являются пресными.

Поток минерализованных вод (вскрываемый скважинами по Егорлыку в селениях Птичье, Безопасное, Дмитриевское) не распространяется далеко на запад, и в юго-восточной и восточной частях бассейна на широкой площади в понте формируются слабо минерализованные воды. И только в приморской части бассейна, где понт резко погружается, минерализация вод в них снова возрастает.

В северной и северо-восточной частях впадины (Сальские степи), где местность имеет более высокие отметки, питание понтических горизонтов осуществляется за счет минерализованных грунтовых вод.

Химический состав вод мэотиса изучен только в западной части южного крыла Кубанского бассейна. Питание этого водоносного горизонта происходит в западной части за счет атмосферных вод, а в восточной — за счет пресных вод песчано-галечного аллювия, покрывающего выходы мэотиса на Прикубанской предгорной наклонной равнине (юго-восточная часть бассейна).

Несмотря на то, что условия питания в западной и восточной частях южного борта впадины примерно одинаковы, формирование состава вод на этих участках имеет свои особенности. В западной части, где мэотические отложения быстро погружаются в Западно-Кубанский прогиб на большие глубины (от 400—600 до 2200 *м*), пресные воды в них, движущиеся от области питания, быстро повышают свою минерализацию вследствие уменьшения разгрузки через кровлю и снижения водообмена в горизонте. В самой глубокой части упомянутого прогиба, где разгрузка водоносного горизонта весьма затруднена, сохранились первичные погребенные морские воды хлоркальциевого типа. При вытеснении последних из горизонта инфильтрационными водами, формировались воды переходных типов — от гидрокарбонатно-кальциевых к хлоркальциевым. Таким образом формируются зоны с различными химическими типами вод.

В направлении движения потока на северо-запад, от областей питания к глубокой части Западно-Кубанской впадины, намечаются следующие зоны: 1) гидрокарбонатно-кальциевых, гидрокарбонатно-сульфатных и гидрокарбонатно-натриевых вод с минерализацией до 1 *г/л*; 2) гидрокарбонатно-хлоридно-натриевых вод с минерализацией до 3 *г/л*; 3) хлоридно-натриевых вод с минерализацией 3—20 *г/л*; 4) хлоридно-натриево-кальциевых вод с минерализацией до 50—70 *г/л*.

В западной части южного крыла смена одной зоны другой происходит быстро по простиранию пород. Зона слабо минерализованных вод располагается непосредственно вблизи выходов водоносного горизонта на поверхность. В восточной же части южного крыла, где водоносные горизонты мэотиса погружаются полого и на значительной площади на юго-востоке бассейна залегают неглубоко, формирование состава вод в них протекает в условиях довольно активной циркуляции, так как водообмен обеспечивается разгрузкой водоносного горизонта через кровлю. Поэтому в юго-восточной части рассматриваемого артезианского бассейна в отложениях мэотиса залегают слабо минерализованные воды.

В сарматских отложениях основные водоносные горизонты приурочены к верхнему и среднему подъярусам. Выходы на поверхность пород верхнего и среднего сармата широко распространены в юго-восточной части описываемого бассейна в районе г. Апшеронска, станицы

Вознесенской и г. Армавира. В других участках этой части бассейна выходы сармата перекрыты песчано-галечным аллювием предгорной равнины. Здесь и располагается основная область питания сарматских водоносных горизонтов.

В западной части южного крыла впадины, в предгорьях на поверхность выходят только нижнесарматские отложения; породы среднего и верхнего сармата перекрыты более молодыми образованиями, и поэтому характер питания водоносных горизонтов среднего и верхнего сармата не совсем ясен. Только залегание пресных вод в сармате на западном погружении Кавказа свидетельствует о наличии здесь области питания сарматского водоносного горизонта.

Благодаря расположению основной области питания сарматского водоносного горизонта в юго-восточной части и неглубокому залеганию его (180—250 *м* в Майкопском районе, 350—430 *м* в районе г. Кропоткина) разгрузка водоносного горизонта происходит через кровлю. Этим объясняется формирование здесь пресных вод гидрокарбонатно-кальциевого и гидрокарбонатно-сульфатного типов. С погружением пород на северо-запад условия разгрузки через кровлю водоносного горизонта ухудшаются, движение вод в горизонте замедляется, что приводит к повышению минерализации до 5—6 *г/л* (в нижнем течении Лабы). В этих условиях породы водоносного горизонта слабо промыты от морского комплекса солей и циркуляция вод в них, при воздействии ионного обмена, восстановления сульфатов и растворения морских солей, приводит к образованию гидрокарбонатно-хлоридно-натриевых вод. Далее на запад сарматские отложения резко погружаются, разгрузка водоносного горизонта становится весьма замедленной и при очень слабом водообмене в непромытых породах формируются высокоминерализованные воды (60—70 *г/л* и более). Таким образом, в северо-западной и западной частях бассейна в сарматских отложениях должны залегать высокоминерализованные воды (рассолы).

В западной части южного крыла впадины, где сарматские породы круто погружаются и быстро уходят на большие глубины, разгрузка через кровлю и, следовательно, водообмен чрезвычайно затруднены. Формируются воды с минерализацией 12—30 *г/л* (Кудако-Киевское и Северо-Крымское нефтяные месторождения). Они имеют хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый состав, переходящий севернее в хлоркальциевый с минерализацией 38 *г/л* (Афипская площадь) и 39 *г/л* (Северо-Ахтырское месторождение).

В. С. Котов в сарматском водоносном горизонте выделяет следующие гидрохимические зоны, сменяющиеся в направлении движения вод (с востока на запад): 1) гидрокарбонатно-кальциевых, гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевых и гидрокарбонатно-натриевых вод с минерализацией до 1 *г/л*; 2) гидрокарбонатно-хлоридно-натриевых вод с минерализацией 1—3 *г/л*; 3) хлоридно-гидрокарбонатно-натриевых и хлоридно-натриевых вод с минерализацией 3—20 *г/л*; 4) хлоридно-натриево-кальциевых вод с минерализацией более 50 *г/л*.

Такая же зональность будет наблюдаться на участке между областью питания и областью глубокого погружения сарматских слоев. В северной половине площади Азово-Кубанского артезианского бассейна воды сарматских отложений не изучены, но, в связи с отсутствием на севере областей питания, условия для формирования слабо минерализованных вод здесь, по-видимому, неблагоприятны.

В среднемиоценовых отложениях водоносные горизонты залегают в караганских и чокракских слоях. Изучены они совместно, хотя наиболее полные данные имеются по чокракскому водоносному горизонту.

Основная область питания среднемиоценового водоносного горизонта находится в юго-восточной части площади артезианского бассейна. Отложения среднего миоцена выходят здесь на поверхность и питание горизонта происходит атмосферными осадками и слабо минерализованными водами аллювиальных образований речных долин. Другая, второстепенная область питания находится в предгорьях, на западном погружении Кавказа. В западной части южного крыла впадины среднемиоценовые отложения на поверхность не выходят, так как перекрыты более молодыми отложениями и питание водоносного горизонта здесь или отсутствует, или осуществляется в незначительных масштабах, о чем свидетельствуют заключенные в них минерализованные воды.

Поскольку среднемиоценовые водоносные горизонты залегают на большей глубине, чем сарматские, то разгрузка через кровлю и водообмен в водоносном горизонте затруднены. В силу этого пресные воды здесь формируются на меньшей площади и встречаются лишь в непосредственной близости от области питания. В юго-восточной части бассейна более широко распространены воды с минерализацией 1—3 *г/л*. Они имеют гидрокарбонатно-натриевый, гидрокарбонатно-сульфатно-натриевый, и гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый состав.

Северо-западнее станицы Белореченской, на нефтеносной площади Великой, условия для разгрузки водоносного горизонта заметно ухудшаются. В составе вод этого горизонта содержание хлоридов возрастает, и они становятся хлоридно-гидрокарбонатно-натриевыми. Еще западнее и северо-западнее в условиях весьма замедленной циркуляции в слабо промытых породах и на больших глубинах (свыше 2000 *м*) минерализация вод среднего миоцена будет достигать нескольких десятков грамм на литр; состав же вод хлоридно-натриевый. Слабо минерализованные воды узкой полосой распространяются еще на западном погружении Кавказа, но и здесь они при погружении слоев быстро переходят в соляно-щелочные и хлоридно-натриевые. В западной части южного крыла впадины, где в силу отсутствия выходов на поверхность среднемиоценовых отложений питание водоносного горизонта ослаблено и водообмен весьма затруднен, развиты преимущественно минерализованные воды (10—30 *г/л*).

Таким образом, существующие условия питания среднемиоценового водоносного горизонта показывают, что на значительной площади западной половины, а также северной части бассейна в среднемиоценовых отложениях в условиях почти застойного режима должны сохраниться первичные хлоркальциевые воды. В направлении движения вод от области питания к глубокому залеганию среднемиоценовых пород наблюдается гидрохимическая зональность от гидрокарбонатно-кальциевых вод областей питания через промежуточные типы до хлоридно-натриевых вод в глубоких частях впадины.

Условия формирования вод более глубоких горизонтов изучены слабо. Все они на большей части рассматриваемого бассейна залегают на больших глубинах, в условиях весьма затрудненного водообмена. Заключенные в них воды имеют высокую минерализацию и хлоркальциевый состав. Воды слабой и средней минерализации формируются в мезо-кайнозойских отложениях в пределах узкой полосы, в зоне поверхностного распространения пород. Зона средне минерализованных (до 10 *г/л*) вод несколько расширяется в юго-восточной части, где она охватывает Минераловодский и Надзорненский выступы. Такое расширение этой зоны объясняется наличием Надзорненского поднятия, которое Г. М. Сухарев и М. В. Мирошников (1963) рассматривают как область питания, где, по их мнению, пресные воды р. Кубани проникают

в мергели эоцена, в песчаники палеоцена, а из них в меловые, юрские и даже палеозойские отложения. С этим мнением вряд ли можно согласиться. В упомянутой работе Г. М. Сухарева и М. В. Мирошникова (1963) приведены карты гидроизопьез нижнемелового и хадумского водоносных горизонтов, на которых в районе Надзорненского поднятия показано падение пьезометрической поверхности вод на северо-запад. Купол растекания вод, который должен был бы иметь место при наличии здесь местной области питания водами р. Кубани, не фиксируется. Указанные карты, таким образом, не подтверждают предположения о наличии местной области питания водоносных горизонтов на Надзорненском поднятии. По-видимому, это поднятие следует рассматривать как гидрогеологическое окно, где происходит разгрузка подземных вод, движущихся сюда со стороны Минераловодского выступа. Этот выступ соединяется с Надзорненским поднятием валом северо-западного направления, который ограничивает с севера восточную часть Восточно-Кубанского прогиба. Все эти структуры представляют собою область относительно неглубокого залегания палеоценовых и мезозойских отложений.

При указанных условиях залегания водоносных горизонтов на рассматриваемой площади движение подземиых вод идет более активно, чем в соседних, погруженных частях структур, так как условия для разгрузки через кровлю водоносных горизонтов здесь более благоприятны. Этим и объясняется формирование вод средней минерализации в пределах Минераловодско-Надзорненского участка. Таким образом, в Азово-Кубанском артезианском бассейне наблюдается хорошо выраженная горизонтальная гидрохимическая зональность, которая определяется условиями питания водоносных горизонтов. Со стороны основных областей питания проявляется полная горизонтальная зональность, характерная для закрытой структуры. Иной характер зональности наблюдается при движении вод со стороны второстепенных областей питания, где оно осуществляется минерализованными грунтовыми водами. Здесь в направлении движения вод минерализованные воды с повышенным содержанием хлоридов и сульфатов постепенно сменяются слабо минерализованными щелочными водами. Еще далее на запад слабо минерализованные воды переходят вновь в минерализованные. На этом участке наблюдается полная горизонтальная зональность, присущая гидрогеологически закрытой структуре.

Такие условия формирования зональности наблюдаются в понтическом водоносном горизонте при движении вод со стороны Ставропольской возвышенности и Сальских степей. Аналогичная зональность, возможно, существует и в сарматском водоносном горизонте.

Что касается характера вертикальной зональности, то имеющиеся данные позволяют считать, что в Азово-Кубанском артезианском бассейне она относится к типу прямой вертикальной зональности (если не считать грунтовые воды суглинков, имеющих несколько повышенную минерализацию), при которой наблюдается повышение минерализации напорных вод с глубиной залегания.

Заканчивая краткое рассмотрение условий формирования подземных вод на территории Северного Кавказа, можно сделать вывод, что в распространении подземных вод (грунтовых и артезианских) различного состава наблюдается явно выраженная гидрохимическая зональность, обусловленная естественно историческими факторами (климатом, геоморфологией, геологической структурой, составом пород), условиями питания водоносных горизонтов и гипсометрическим положением областей питания.

Глава VIII

ПАЛЕОГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Такая схема впервые была предложена С. А. Шагоянцем (1950, 1959) для водоносных горизонтов, развитых на площади центральной и восточной частей Северного Кавказа. В его работах описана методика составления палеогидрогеологических схем, которые представлены для горной части, а также для Центрального и Восточного Предкавказья. Не останавливаясь на описании методики составления палеогидрогеологических карт, напомним, что С. А. Шагоянцем впервые было установлено положение о связи между береговой полосой моря и минерализованными хлоридными водами в верхних водоносных горизонтах напорных вод в гидрогеологически закрытых артезианских бассейнах. Согласно этому положению, продвижение слабо минерализованных (пресных) вод в верхних, неглубоко лежащих водоносных горизонтах ограничивается береговой полосой моря и поэтому пресные воды, находящиеся далеко от берега, в морскую зону не поступают. Зная границы распространения береговой зоны морей в различные этапы развития региона, можно представить себе, как глубоко могли проникнуть слабо минерализованные воды в водоносные горизонты. Следовательно, чем больше глубина залегания водоносных горизонтов, тем дальше от моря будет располагаться граница распространения пресных вод.

История формирования подземных вод

История формирования подземных вод Северного Кавказа (если считать ее от момента инфильтрации атмосферных осадков в водоносный горизонт и вытеснения из него погребенных морских вод) начинается со среднемиоценового времени. До этого, т. е. в майкопское время, описываемая территория была занята морем. Лишь к началу чокракского века на месте геосинклинали образуется Центральная Кавказская антиклиналь и на дневную поверхность выходят палеогеновые отложения. С этого момента начинается процесс вытеснения атмосферными водами морских вод, заключенных в породах. Постепенно этот процесс охватывал все новые горизонты, причем в горной области вытеснение пресными водами морских распространялось на более древние горизонты, тогда как в пределах Предкавказья — на более молодые образования.

В различных масштабах протекало и формирование вод в указанных областях. В горной области из-за крутого падения водоносных горизонтов они быстро погружаются на большие глубины под мощные толщи молодых отложений, поэтому водообмен здесь практически воз-

можен лишь в полосе выходов пород и в узкой зоне неглубокого погружения горизонта (путем разгрузки через кровлю водоносного горизонта). В пределах же Предкавказья полого падающие горизонты залегают на сравнительно небольших глубинах и подвергаются водообмену не только на участках их выходов на поверхность, но и на более или менее значительных площадях области погружения. Учитывая различия в условиях формирования подземных вод в горной области и в пределах Предкавказья, ниже приводится описание истории формирования подземных вод для каждой области отдельно.

Предкавказье. В среднемиоценовое время в пределах Предкавказья формируются морские отложения, насыщенные седиментационными морскими водами. Этот, так сказать, первичный водоносный горизонт являлся единственным, который отделялся от нижележащих водоносных горизонтов мощной толщей практически водоупорных глин майкопской свиты.

В сарматское время при регрессии моря обнажаются среднемиоценовые породы, в которых начинается формирование инфильтрационных вод. При этом на участках поверхностного распространения пород протекал процесс вытеснения соленых вод, обусловленный дренажем горизонтов в эрозионных врезах. В зоне же погружения рассматриваемых осадков вытеснение соленых вод происходило через кровлю водоносного горизонта. Появляются последовательно новые водоносные горизонты с первичными морскими водами в верхнесарматских и среднесарматских породах, в которых с отступанием моря в мэотическое время возникают аналогичные процессы по формированию инфильтрационных вод. При этом отступание фронта сильно минерализованных вод в Восточном Предкавказье на северо-восток и в Западном Предкавказье на северо-запад ограничивается положением береговой линии моря. Формирование вод протекает наиболее интенсивно в Центральном Предкавказье, где слои залегают полого. Там имело место максимальное отступание моря в связи с наметившимся поднятием Ставропольской возвышенности.

Образованные впоследствии понтический и мэотический водоносные горизонты в период предакчагыльской регрессии моря подверглись значительному размыву в Центральном и Восточном Предкавказье. Наиболее сохранились они в Терской нефтеносной области (мэотис), менее — в Ставрополье (понт и мэотис). В последнем районе они имеют местное значение, распространяясь на небольших участках. Во время предпонтической и послепонтической регрессий моря, в периоды которых вся описываемая территория представляла собой сушу, значительное развитие получили процессы эрозии, размывшие местами сарматские и среднемиоценовые водоносные горизонты в Центральном Предкавказье. В акчагыльское время распространение указанных горизонтов и очертания их границ в общих чертах соответствовали той картине, какую мы наблюдаем сейчас (Шагоянц, 1959). Трансгрессии акчагыльского моря подвергалась главным образом восточная часть Предкавказья, в связи с чем на Ставропольской возвышенности сохранились области питания сарматских горизонтов (помимо областей питания в предгорьях), где в периоды упомянутых выше регрессий в условиях активного дренажа и водообмена были сформированы пресные подземные воды. Среднемиоценовый водоносный горизонт, не имевший в Ставрополье областей стока, сохранял здесь сильно минерализованные воды, хотя акчагыльское море не покрывало этой площади. В Восточном же и Западном Предкавказье, на площадях Терско-Кумского и Азово-Кубанского артезианских бассейнов, в связи с глубоким

погружением отложений сармата и среднего миоцена и отсутствием свободного стока, в них сохранялись высокоминерализованные первичные воды. Такие же воды содержатся в мэотических и понтических отложениях. Пресные воды в перечисленных горизонтах формировались только в предгорьях, в полосе поверхностного их распространения.

Несколько иначе шло формирование вод в среднемиоценовом горизонте в Дагестане. Здесь перед сарматским временем тектонические движения привели к образованию складчатых структур и крупных тектонических разломов общекавказского направления. В связи с этим в сарматское время на территории Южного Дагестана в отличие от других районов Северного Кавказа шло медленное вытеснение из среднемиоценового горизонта первичных погребенных вод высокой минерализации, разгрузка которых происходила по тектоническим разломам.

Медленный водообмен, протекавший и в последующие периоды, в четвертичное время в результате размыва вышележащих отложений и вскрытия на больших участках пород среднего миоцена, привел к формированию в Южном Дагестане вод гидрокарбонатно-хлоридно-натриевого и хлоридно-гидрокарбонатно-натриевого, а также и хлоридно-натриевого состава с минерализацией 3—30 *г/л*. Глубина циркуляции их различная и в ряде случаев превышает 1000 *м*.

На меньших глубинах в зоне погружения (200—500 *м*) участие инфильтрационных вод и промытость пород среднего миоцена на значительных площадях становятся весьма заметными как по минерализации вод (0,7—4 *г/л* и реже до 6 *г/л*), так и по составу их, в котором существенное место занимают сульфаты. Широкое развитие таких вод свойственно Буйнакскому артезианскому бассейну, а также в полосе погружения среднего миоцена (на указанные глубины) вдоль предгорий, где активность циркуляции и водообмена более высокая, чем в области глубокого погружения.

Однако и в среднем миоцене местами имеются условия почти застойного режима, где водообмен почти отсутствует и сохранились до сего времени хлоркальциевые воды.

Наступившее в послепонтическое время расчленение Черноморского и Каспийского бассейнов (с кратковременным незначительным соединением в акчагыльское время) обусловило раздельное образование отложений в Восточном и Западном Предкавказье. Поэтому дальнейшее рассмотрение истории формирования подземных вод приводим отдельно по Восточному и Западному Предкавказью.

В Восточном Предкавказье в акчагыльское время образуется новый водоносный горизонт в акчагыльских отложениях, который содержит пресную воду в пределах распространения континентальной фации пород и соленую — в морских образованиях.

Начавшийся в предакчагыльское время процесс складкообразования привел к формированию антиклинальных структур — Терской и Сунженской, выступавших в акчагыльском море островами. Окончательное оформление этих антиклиналей с образованием разрывов (надвигов) вдоль осей структур произошло в апшеронское время. В этот же период начался дренаж подземных вод по тектоническим разрывам, вызвавший движение их от областей питания (в Черных горах) к Передовым хребтам. При дренировании вод среднемиоценового горизонта началось разрушение нефтяных залежей, которые сохранились только в непромытых поднадвиговых участках и в куполах закрытых структур, так как воды двигались в обход этих участков.

Таким образом, к концу апшерона фронт соленых вод в среднемиоценовом горизонте в основном перемещается к северу от Терского хребта, а между Передовыми хребтами и предгорьями поглощаются инфильтрационные воды слабой (ближе к предгорьям) и повышенной минерализации. Высокоминерализованные первичные рассолы на Передовых хребтах сохраняются главным образом в поднадвиговых участках — в краевых зонах нефтяных залежей.

Отложения среднего сармата в области Передовых хребтов, представленные глинами, практически безводны и не промыты. В верхнесарматских отложениях в восточной половине области Передовых хребтов преобладают глины и содержащийся среди них очень малообильный водоносный горизонт тоже остается не промытым. В нем, в условиях закрытой структуры, сохраняются сильно минерализованные соленые воды. Только в западной части хребтов, где залегают более мощные водоносные горизонты в верхнем сармате и где движение подземных вод от предгорий направлено в обход Передовых хребтов в Терско-Кумский бассейн, эти отложения достаточно промываются и в них формируются слабо минерализованные воды.

В акчагыльском горизонте, в пределах Терско-Кумского бассейна, положение фронта сильно минерализованных вод примерно совпадает с береговой линией апшеронского моря. В более глубоко залегающих водоносных горизонтах зона распространения сильно минерализованных вод должна находиться тем дальше к западу, чем древнее водоносный горизонт.

В апшеронское время здесь появляется новый водоносный горизонт — в апшеронских отложениях, в котором в пределах распространения континентальной фации хорошо промытых пород в условиях активного водообмена (вследствие дренажа через кровлю) формируются слабо минерализованные воды, а в морских породах сохраняются соленые погребенные морские воды. Новый подъем суши в древнекаспийское время приводит к сокращению площади моря и к отступанию береговой линии на восток. Вслед за этим начинается промывание водоносных горизонтов и фронты сильно минерализованных вод отодвигаются также к востоку, причем наиболее интенсивно этот процесс протекает в апшеронском горизонте и в меньшей степени — в среднемиоценовом, как залегающем наиболее глубоко.

Наконец, колебательные движения суши в четвертичный период приводят к неоднократным регрессиям и трансгрессиям древнего Каспия, который к концу вюрма в результате подъема суши на юго-западе вновь отступает на восток и приобретает границы современного Каспия. В связи с этим с конца вюрма начинается движение подземных вод на северо-восток и восток; активность этого движения снижается от молодых к более древним водоносным горизонтам. Наиболее активное отступание фронта сильно минерализованных вод наблюдается в древнекаспийском и апшеронском водоносных горизонтах, как залегающих на меньшей глубине и легче промываемых через глинистую кровлю, а также имеющих благоприятные условия питания пресными водами древнеаллювиальных отложений. В результате фронты сильно минерализованных вод в этих горизонтах на востоке заходят несколько в зону моря, а на севере протягиваются по суше (из-за отсутствия областей питания в северо-западной части Терско-Кумского бассейна). В остальных водоносных горизонтах продвижение инфильтрационных вод убывает от молодых к древним горизонтам. В конечном итоге достигается современное положение в распространении различных по минерализации вод во всех водоносных горизонтах.

История формирования подземных вод Центрального и Восточного Предкавказья наглядно представлена на палеогидрогеологических схемах (см прилож 1)

В Западном Предкавказье на понтических отложениях залегают киммерийские, куяльницкие и акчагыльские образования В этой толще образовался водоносный горизонт В него по мере отступания моря в послеакчагыльское время стали поступать пресные воды и фронт сильно минерализованных вод стал продвигаться к северо-западу В апшеронское время этот фронт продвинулся севернее среднего течения р Кубани, а в акчагыльское время он не доходил до этой границы, так как берег акчагыльского моря располагался южнее В четвертичное время во всех водоносных горизонтах Западного Предкавказья высокоминерализованные воды продвинулись еще далее на северо-запад и, в конечном счете, заняли современное положение, при котором в надпонтических водоносных горизонтах (четвертичных, апшеронских, акчагыльских, куяльницких и киммерийских отложениях) на большей части площади Западного Предкавказья располагаются слабо минерализованные воды и только в самой северо-западной и северной частях площади залегают воды повышенной минерализации (от 1—3 до 6—7 *г/л*) Высокоминерализованные воды из верхнеплиоценовых отложений здесь почти полностью вытеснены В понтическом водоносном горизонте пресные воды распространялись далеко за ст Тихорецкую, а минерализованные воды залегали в северной и северо-восточной частях описываемой площади Вытеснение их шло в результате движения инфильтрационных вод с наиболее приподнятых участков, а в средней части бассейна, с востока на запад — в направлении падения оси впадины В северной части бассейна области питания пресными водами отсутствовали

Наиболее активное отступание фронта высокоминерализованных вод во всех водоносных горизонтах и внедрение в них инфильтрационных вод имело место в акчагыльское время До этого времени границы сарматского, мэотического и понтического морей отступали сравнительно слабо и внедрение инфильтрационных вод наблюдалось на сравнительно небольших площадях, протягивающихся узкой полосой вдоль границы отложений соответствующего водоносного горизонта Эта полоса в каждом водоносном горизонте несколько расширялась в юго-восточной части Азово-Кубанского бассейна благодаря существующим здесь более благоприятным условиям для продвижения инфильтрационных вод.

История формирования подземных вод в Западном Предкавказье показана на палеогидрогеологических схемах (см прилож 2) Следует отметить, что на палеогидрогеологических схемах формирования подземных вод Предкавказья фронты высокоминерализованных вод показаны на определенное время (акчагыльское, апшеронское и т д) с учетом положения береговой линии различных морей В мэотическое время фронт высокоминерализованных вод продвигался так же активно, как и в понте, но располагался южнее, чем в последнем В более древних отложениях — сарматских и среднемиоценовых, фронт сильно минерализованных вод в акчагыле, апшероне и в четвертичное время продвигался более интенсивно в юго-восточной части площади (где они залегают на меньшей глубине), чем в южной При этом в сарматских горизонтах пресные воды на юго-востоке продвинулись на значительное расстояние от области питания, хотя, в конечном счете, не достигли Кубани В среднемиоценовом горизонте продвижение пресных вод шло еще более замедленно и фронт высокоминерализованных вод распола-

гался южнее, чем в сармате. В периоды же предсреднесарматской, предверхнесарматской, предмэотической, предпонтической и предакчагыльской регрессий, когда море сильно отступало и значительные территории Предкавказья представляли собою сушу, фронт высокоминерализованных вод продвигался вслед за отступанием морей значительно дальше, чем это показано на схемах. Однако в периоды трансгрессий он двигался в обратную сторону и вновь совпадал с положением границ берега соответствующего моря, образовавшегося после той или иной регрессии.

Таким образом, продвижение фронта высокоминерализованных вод осуществлялось как от области питания к морскому бассейну, так и в сторону ее, и, следовательно, в отдельные периоды пресные воды проникали глубоко в водоносные горизонты (по падению пластов), достигая максимального внедрения во время указанных выше регрессий; в другие же периоды (трансгрессии) пресные воды вытеснялись из водоносных горизонтов (в сторону областей питания).

Горная область. История формирования подземных вод на северном склоне Кавказа также начинается со среднемиоценового времени. К этому периоду на поверхность были выведены палеогеновые породы, содержащие высокоминерализованную седиментационную воду. Начавшиеся процессы эрозии приводили к размыву верхних горизонтов и обнажению более древних осадков мела, юры, вплоть до кристаллических пород докембрия и палеозоя. При этом одновременно происходило промывание водоносных горизонтов и заполнение их атмосферными водами. Наиболее интенсивно промывались горизонты на участках выходов пород, где активнее происходил дренаж водоносного горизонта.

В напорной зоне круто падающие водоносные горизонты быстро погружаются на большие глубины и промывание их инфильтрационными водами практически почти исключается. В силу этого, несмотря на отступания моря, в напорной зоне частичный промыв водоносных горизонтов осуществлялся только на узких площадях, протягивающихся полосами вдоль границ погружения каждого горизонта. Изменения в истории формирования подземных вод здесь обусловливались сокращением площадей распространения водоносных горизонтов, южные границы которых в результате эрозии все более продвигались на север, а также обнажением более древних горизонтов. Более или менее обоснованно может быть показано распространение водоносных горизонтов в акчагыльское время; для остальных этапов, от среднего миоцена до акчагыла, данные отсутствуют.

Поскольку в предакчагыльское время в пределах Предкавказья уже существовали долины современных основных рек (Шагоянц, 1959), то и в горной части в это время были разработаны основные речные системы Терека и Кубани, определившие рельеф этой области, в общем сходный с современным. Таким образом, степень размыва водоносных горизонтов и положение их границ в акчагыльское время приблизительно соответствовали современным условиям.

Характер водоносности пород в предакчагыльское время показан на палеогидрогеологических схемах. Отсутствие схем для доакчагыльского времени не является большим пробелом в изучении истории формирования подземных вод, так как наиболее существенные изменения в расположении фронта высокоминерализованных вод возникли лишь в акчагыльское время. Поэтому на палеогидрогеологических схемах горной области получили отражение три основных этапа в истории формирования подземных вод. Это — распределение вод различной минерализации: 1) в среднемиоценовое время, когда горная область стала

сушей; 2) в предакчагыльское время — в результате длительной эрозии и частичного размыва водоносных горизонтов; 3) в акчагыльское время и в современный период — в результате дренирования водоносных горизонтов в напорной зоне в районе КМВ.

Следует отметить, что на палеогидрогеологических схемах формирования подземных вод в горной области приведено распространение вод различной минерализации на средней части северного склона Кавказа. Из этих схем видно, что в каждом водоносном горизонте (например, верхнемеловом, валанжинском и т. д.) существенные изменения в распространении вод различной минерализации произошли только в районе КМВ; в остальных же районах такое изменение было весьма незначительным, и положение фронта высокоминерализованных вод почти не изменялось.

В предакчагыльское время в водоносных горизонтах верхнего мела, валанжин — титона, кимеридж — оксфорда интенсивный дренаж осуществлялся только в области питания пород, а также в узкой полосе неглубокого погружения вдоль выходов последних (за счет разгрузки через кровлю). В результате этого были сформированы слабо минерализованные гидрокарбонатно-кальциевые воды (в области питания) и воды повышенной минерализации (в области неглубокого погружения). В остальной же, большей части напорной зоны сохранились сильно минерализованные морские воды хлоркальциевого состава.

В водоносных горизонтах палеогена, нижней и средней юры и палеозоя из-за слабой трещиноватости пород в области выходов последних водообмен осуществлялся менее активно. Это обусловило слабую промытость пород и сравнительно высокую минерализацию содержащихся в них главным образом инфильтрационных вод, имеющих гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый и хлоридно-натриевый состав. Погребенные морские воды хлоридно-натриево-кальциевого состава в этих горизонтах сохраняются в пределах всей зоны погружения под более молодые отложения. Наконец, в породах центрального кристаллического массива, которые также отличаются слабой трещиноватостью, но являются уже несоленосными, формируются воды слабой минерализации.

В акчагыльское время общий характер водоносности почти на всей площади горной области в общем сохраняется таким, каким он был перед акчагылом, отличаясь только несколько меньшей минерализацией инфильтрационных вод (вследствие большей промытости пород). Однако на сравнительно небольшом участке этой области — в районе КМВ — произошли существенные изменения в формировании подземных вод. Район этот в верхненеогеновое время (предположительно в акчагыле) явился ареной интенсивной вулканической деятельности, в результате чего в северной его части образовалась группа лакколитов, а в его центральной и южной частях появился ряд нарушений сбросового характера, преимущественно северо-восточного простирания.

По кольцевым разрывам осадочных пород у лакколитов и по северо-восточным тектоническим зонам разломов в акчагыльское время начался сравнительно свободный дренаж водоносных горизонтов. Это привело к движению подземных вод с юго-запада (от областей питания) на северо-восток к указанным участкам дренажа. В результате этого началось вытеснение погребенных морских вод и формирование новых типов вод инфильтрационного происхождения. При этом существенное влияние на состав подземных вод района КМВ оказали восходящие струи углекислого газа. Формирование подземных вод этого

района, совпавшее в основном с акчагыльским веком, в дальнейшем вплоть до современного периода протекало уже медленно и сопровождалось незначительными изменениями по сравнению с изменениями в начальный период.

Таким образом, характер водоносности, существовавший в акчагыльское время, сохранился до наших дней. За это время могло произойти только частичное уменьшение минерализации и соответствующие ему незначительные изменения состава воды.

В отложениях среднего и нижнего палеогена, распространенных на широкой площади в северной части КМВ, благодаря малой трещиноватости и слабой промытости пород формируются воды преимущественно повышенной и высокой минерализации. На выходах пород палеогена обычно образуются воды повышенной и местами слабой минерализации. На участках же погружения пластов в непромытых слаботрещиноватых породах сохраняются высокоминерализованные погребенные воды хлоркальциевого типа.

Исключение представляет водоносный горизонт в мергелях ессентукской свиты. Из-за относительно большей трещиноватости мергелей в зоне их погружения воды местами двигаются с более высокими скоростями от области питания к участкам дренажа у лакколитов. Кроме того, в этот горизонт проникают слабо минерализованные воды из подстилающего верхнемелового горизонта. При этих условиях в мергелях формируются воды повышенной минерализации (1,5—2,5 *г/л*) гидрокарбонатно-натриевого и гидрокарбонатно-хлоридно-натриевого состава и только на участках весьма слабой трещиноватости пород в них сохраняются высокоминерализованные воды хлоридно-натриевого и даже хлоркальциевого типов.

По наиболее крупным зонам тектонических нарушений в палеогеновую толщу проникают воды различного состава из водоносных горизонтов, залегающих ниже. Это приводит к локальному залеганию по зоне нарушения особых типов вод. Так, например, формируются углекислые минеральные воды (источники № 4 и 17) Ессентуков и воды некоторых источников Железноводска и Пятигорска.

Основная составляющая источников Ессентуков — углекисло-гидрокарбонатно-хлоридно-натриевая вода с сухим остатком, превышающим 9 *г/л*. Она в небольшом количестве поступает из палеозойского фундамента, и, смешиваясь в зоне нарушений с водами титона, проникает в вышележащие отложения.

По разломам у лакколитов в мергельную толщу поступают смешанные воды, восходящие из различных горизонтов. Таким образом, в зонах нарушений формирование вод в мергелях ессентукской свиты протекает с акчагыла по настоящее время в условиях смешения вод различных водоносных горизонтов.

В верхнемеловом водоносном горизонте, с возникновением участков дренажа, в акчагыльское время началось движение вод в напорной зоне. Процесс этот, в конечном счете, привел к полному вытеснению соленых вод и замещению их инфильтрационными водами на площади между областью питания и лакколитами, где расположены участки дренажа. Фронт высокоминерализованных вод переместился к северу от лакколитов. В напорной зоне при этом сформировались воды гидрокарбонатно-натриевого (ближе к области питания) и далее (ближе к участкам дренажа) гидрокарбонатно-хлоридно-натриевого состава с минерализацией от 0,4 до 2 *г/л*. За счет восстановления сульфатов в водах верхнемелового горизонта образуется сероводород (Пятигорские источники). Однако и здесь, помимо вод, формирующихся в собственно

верхнемеловом горизонте, в северо-восточных зонах нарушений и в разломах у лакколитов образуются смешанные углекислые воды.

Таким образом, в отложениях верхнего мела формируются углекислые, сероводородные хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевые воды Пятигорска и углекислые гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевые воды Железноводска.

Аналогичный процесс вытеснения высокоминерализованных вод, начавшийся в акчагыле, протекал и в валанжин-титоне, где благодаря активному водообмену формировались сульфатные воды, более или менее устойчиво сохранившие повышенное содержание сульфатов.

В зонах нарушений также формируются локально залегающие углекислые воды, образованные за счет смешения углекислых солянощелочных вод палеозойских пород и сульфатных вод валанжина и титона. Помимо углекислых вод, из трещин фундамента поступает сухой углекислый газ, которым насыщаются воды титона и валанжина. Таким путем образуются воды Кисловодского Нарзана и воды, залегающие в титоне — валанжине по зонам нарушений на значительной глубине в северной половине района КМВ.

В палеозойских отложениях начиная с акчагыла тоже наметилось движение вод к участкам дренажа и вытеснение высокоминерализованных вод. Вследствие слабой трещиноватости пород палеозоя в них содержатся небольшие запасы воды, обмен которой совершается быстро. В силу этого углекисло-гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые воды, сформированные в области питания, сохраняют свой состав на пути движения к участкам дренажа. При этом возможно увеличение углекислоты за счет поступления сухого газа с глубины.

Итак, из приведенного описания видно, что формирование минеральных вод района КМВ, начавшееся в акчагыльское время, происходило в условиях движения вод на северо-восток и разгрузки их по трещинам тектонических нарушений как в области моноклинали, так и в районах лакколитов.

В заключение следует сказать, что процесс формирования подземных вод протекает и в настоящее время, однако идет он настолько медленно, что не поддается учету.

Глава IX

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В связи с развитием промышленности и сельского хозяйства на Северном Кавказе с каждым годом увеличивается практическое использование подземных вод в самых различных отраслях народного хозяйства.

В настоящее время на значительной части описываемой территории они являются главным источником питьевого и технического водоснабжения. Широко используются подземные воды на Северном Кавказе для целей орошения засушливых районов и водоснабжения отгонных пастбищ, играющих особую роль в развитии животноводства страны.

Особое народнохозяйственное значение для Северного Кавказа имеют минеральные воды, в широких масштабах используемые в бальнеологических целях. На гидроминеральной базе ряда месторождений функционируют крупнейшие курорты Союза, известные не только у нас, но и за рубежом. Чрезвычайно широки перспективы многих открытых в советский период месторождений минеральных вод, часто с уникальным физико-химическим составом.

Наконец, некоторые, обычно высокоминерализованные, разности подземных вод представляют значительный интерес как источники промышленного сырья; термальные подземные воды заслуживают внимания для целей теплофикации.

Ниже дается краткое описание существующего и возможного использования подземных вод рассматриваемой территории по административным районам. При этом заметим, что раздел «Водоснабжение» приводится в специальном приложении.

Орошение подземными водами. Развитие сельского хозяйства на Северном Кавказе должно протекать в тесной связи с разрешением проблемы орошения и обводнения засушливых земель. В районах, где поверхностные водотоки незначительны или совсем отсутствуют, особое значение приобретает орошение подземными водами. Суммарная площадь орошаемых земель за счет подземных вод на Северном Кавказе на 1/V 1964 г. составляет 4,9 тыс. *га*, из которых 3,5 тыс. *га* орошается водами родников и 1,4 тыс. *га* — водами буровых скважин. Общее количество подземных вод, используемых для полива, составляет 11,47 *м*³/*сек*. Размеры площадей отдельных поливных участков колеблются от 0,3 до 258 *га*. Распределение площадей существующего орошения по административным районам приведено в табл. 77.

Таблица 77

Существующее орошение по административным районам

Район	Общая площадь орошаемых земель, *га*	В том числе		Количество подземных вод, используемых для орошения, *м³/сек*	В том числе		Размеры орошаемых участков, *га*
		площадь, орошаемая за счет родников, *га*	площадь, орошаемая за счет скважин, *га*		из родников, *м³/сек*	из скважин, *м³/сек*	
Краснодарский край	860	—	860	9	—	9	3—133
Ейский район	144	—	144	—	—	—	3—100
Каневский район	400	—	400	—	—	—	8—133
Район г. Краснодара	200	—	200	—	—	—	24—106
Ленинградский район	3	—	3	—	—	—	3
Приморско-Ахтарский район	35	—	35	—	—	—	15—20
Щербиновский район	78	—	78	—	—	—	23—52
Ставропольский край	351	—	351	0,25	—	0,25	2—258
Левокумский район	3	—	3	—	—	—	3
Прикумский район	258	—	258	—	—	—	2—245
Советский район	90	—	90	—	—	—	2—58
Кабардино-Балкарская АССР	82	82	—	1,4	1,4	—	15—50
Урванский район	50	50	—	1,2	1,2	—	15—50
Зольский район	15	15	—	0,2	0,2	—	15
Дагестанская АССР	3604	3418	186	0,82	0,66	0,16	0,3—20
Ленинский район	3418	3418	—	0,66	0,66	—	—
Караногайский район	186	—	186	0,16	—	0,16	0,3—20

Причиной столь незначительного применения подземных вод для целей орошения является относительная малодебитность буровых скважин, колодцев и родников (табл. 78). Таким образом, расширение орошаемых площадей за счет полива грунтовыми водами в дальнейшем является малоперспективным.

Гидроминеральные ресурсы. Северный Кавказ исключительно богат минеральными водами и лечебными грязями. В зависимости от особенностей геологического строения и гидродинамических условий этого региона, как было показано выше, достаточно отчетливо вырисовывается зональность в пространственном распределении их.

В настоящее время в бальнеологическом отношении используются лишь некоторые месторождения минеральных вод и лечебных грязей. Огромное же количество ценных в бальнеологическом отношении минеральных источников и соляных озер, с большими запасами лечебных грязей, еще ждет своего практического применения.

Разведочные работы до самого последнего времени производились лишь на эксплуатирующихся месторождениях минеральных вод, на базе которых функционируют бальнеологические курорты. Так, например, с применением глубокого (до вскрытия палеозойского фундамента) бурения и геофизических методов исследований разведочные работы производились лишь на Кавказских Минеральных Водах. В результате этих работ гидротермальные ресурсы месторождений,

Таблица 78

Суммарные дебиты скважин, вскрывших самоизливающуюся воду в пределах засушливых районов Терско-Кумского артезианского бассейна

Район	Водоносный район	Общее количество самоизлив. скважин	Суммарный дебит, *л/сек*	Удельный дебит, *л/сек*
Ставропольский край				
Александровский	Сарматский	112	116	0,08—1,1
Апанасенковский	Понтический	1	6,8	2,2
„	Сарматский	3	20,7	0,18—2,2
Аполлонский	Бакинский	6	10,9	0,13—3,5
„	Апшеронский	1	0,3	—
Арзгирский	Сарматский	2	3,5	—
„	Средний миоцен	2	4,37	0,6—0,77
Ачикулакский	Апшеронский	103	235,5	0,3—6
„	Акчагыльский	4	17,1	0,55
Благодарненский	Сарматский	3	20,7	0,56—1,3
Воронцово-Александровский	Бакинский	79	109,0	0,6—1,7
То же	Апшеронский	56	58,5	0,35—1,05
	Акчагыльский	42	51,6	0,04—1,5
Красногвардейский	Понтический	84	89,0	0,05—2
„	Мэотический	1	5	0,71
Кочубеевский	Сарматский	1	1	—
Левокумский	Апшеронский	19	20,4	0,05—2,66
„	Акчагыльский	6	11,5	0,03—0,7
„	Сарматский	5	2,75	0,1—0,3
„	Средний миоцен	2	15,8	0,51—1,07
Ново-Александровский	Сарматский	2	8	1,92
Прикумский	Апшеронский	6	5,7	—
„	Акчагыльский	48	98,0	0,6—1,2
„	Сарматский	28	47,9	0,4
Труновский	Сарматский	5	1,9	0,03—0,45
Чечено-Ингушская АССР				
Карагалинский	Бакинский	1	3,3	—
„	Апшеронский	13	107,9	0,75—1,3
Надтеречный	Акчагыльский	3	5,5	—
Наурский	Апшеронский	3	14,5	—
Шелковский	Четвертичный	6	14,35	0,22—2,5
„	Апшеронский	10	36,82	0,6—1,8

Продолж табл 78

Район	Водоносный горизонт	Общее количество самоизлив скважин	Суммарный дебит л/сек	Удельный дебит, л/сек
Дагестанская АССР				
Баба Юртовский	Четвертичный	51	93 56	0,18—1,1
„	Апшеронский	2	11,1	0,27—0,6
Каранагайский	Четвертичный	9	26,88	0 52
„	Апшеронский	87	492,2	0,006—12
Кизил Юртовский	Четвертичный	10	30,0	0,04—2,77
Кизлярский	Четвертичный	5	12,39	0,07—1,1
„	Апшеронский	5	15,7	0,19—0,9
Крайновский	Четвертичный	1	2	0,7
Ленинский	Четвертичный	5	17,70	1 4
Моздокский	Апшеронский	2	4,7	—
Тарумовский	Четвертичный	4	5,77	0 08
„	Апшеронский	20	118,1	0,06—6 6
Хасав Юртовский	Четвертичный	29	49,20	0,05—1,8
„	Апшеронский	5	35,3	0,4
„	Акчагыльский	5	19,2	0,31
„	Мэотический	2	8 8	—

представленные 12 типами минеральных вод, составляют в настоящее время 5,5 млн *л/сутки* Почти по всем месторождениям минеральных вод Кавмингруппы подсчитаны и утверждены ГКЗ эксплуатационные запасы Во избежание нарушения режима их отбор воды для бальнеологических целей производится строго в соответствии с установленным лимитом

Работами последних лет на смежных участках с эксплуатирующимися месторождениями установлен ряд новых площадей распространения минеральных вод, являющихся резервной гидротермальной базой для быстроразвивающихся курортов Кавмингруппы К числу таковых относятся Подкумский, Кумский и Малкинский участки По первым двум к настоящему времени ГКЗ утверждены эксплуатационные запасы минеральных вод

Минераловодской опорной гидрогеологической скважиной № 1 в валанжине — титоне вскрыта углекисло-гидрокарбонатно-натриево-кальциевая вода, с минерализацией 7—8 *г/л*, приближающаяся по составу к термам Карловых Вар Дебит ее при свободном самоизливе составляет 1—1,56 млн *л/сутки*, средний удельный дебит 25 тыс *л/сутки* По состоянию на 1/VIII 1966 г ГКЗ утверждены эксплуатационные запасы вод этой скважины по промышленным категориям В настоящее время (1964 г) минеральная вода проведена по трубопроводу (самотеком) на Ессентукский курорт для бальнеологического использования

Суммарный дебит естественных источников провинции углекислогидрокарбонатно-щелочноземельных вод докембрийских сланцев и гранитов составляет 11,6 млн. *л/сутки.* За исключением участка Баксан-Баши-Уллу-Гара, где перед Великой Отечественной войной были пробурены 2 неглубокие скважины (суммарный дебит их 1,22 млн *л/сутки*), другие месторождения этой провинции не разведывались, хотя многие из них несомненно представляют практический интерес (Махарский Нарзан, источники Адыл-Су и др.).

Расход всех естественных источников углекисло-соляно-щелочных вод палеозоя равняется 2,4 млн. *л/сутки.* Специальной разведки их не производилось, если не считать скважин 5, 7, 8, пройденных в бассейне р Мара геологической партией Министерства геологии и охраны недр СССР Эти скважины, заданные вблизи естественных соляно-щелочных источников, вывели воду хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-магниевого состава с общей минерализацией 6—10 *г/л* и повышенным (одиннадцатая степень) содержанием радия. Дебит их при свободном самоизливе составлял 40—175 тыс. *л/сутки*

Из вод этой гидрогеохимической провинции наибольшее практическое значение имеют Зарамагский, Индышский и группа Маринских *источников.*

Суммарный дебит естественных источников хлоридно-натриевых вод палеозоя и лейаса составляет 1 млн. *л/сутки* К числу первоочередных объектов для бальнеологического использования относятся Тменикауские (Кармадонские) источники, являющиеся аналогом Висбаденских терм. На нижней группе их в последние годы Северо-Кавказским геологическим управлением проведены гидрогеологические изыскания По состоянию на 1/I 1964 г. ГКЗ утверждены эксплуатационные запасы минеральных вод по категории А в количестве 220 тыс *л/сутки* В настоящее время здесь строится бальнеологический курорт

Суммарный расход естественных источников щелочных терм юрских отложений Южного Дагестана равняется 4,3 млн. *л/сутки.* Месторождения не разведывались Наибольшее практическое значение имеют Ахтынские термы, источники Царо, Джани, Елисуйские и Рычал-Су.

Общий дебит всех источников провинции нижнемеловых и верхнеюрских отложений составляет 104 млн *л/сутки* В бальнеологических целях пока используется небольшая часть гидроминеральных ресурсов Тамисского месторождения, на базе которого существует небольшой курорт местного значения, а также Белореченские азотно-серные термы По Тамисскому месторождению в 1964 г ГКЗ утверждены эксплуатационные запасы по категориям А и В в количестве 9,628 тыс *м*^{3}*/сутки.*

В 1954—1955 гг на третьей надпойменной террасе, р Нальчик в пределах курортного пляжа, скв Р-1 глубиной 2400 *м* вскрыто 7 водоносных горизонтов, из которых по двум ГКЗ утверждены эксплуатационные запасы.

Суммарный расход серных источников карбонатной фации верхнего мела составляет 5 млн. *л/сутки* Из месторождений этой гидрогеохимической провинции в бальнеологическом отношении используется пока только Талгинское, на базе которого функционирует самый крупный курорт Дагестана Между тем исключительно перспективным является Чишкинское месторождение минеральных вод, являющихся аналогом мацестинских Учитывая особую бальнеологическую ценность этого месторождения, в 1941 г. Северо-Кавказское геологическое

управление приступило к разведке его, но работы были прерваны Великой Отечественной войной в начальной стадии, и оно до сих пор остается неразведанным.

Суммарный расход минеральных источников, приуроченных к образованиям палеогена, равняется 4,4 млн. *л/сутки*. В настоящее время эксплуатируются из них лишь Баталинские и Псекупские источники. На базе последних функционирует бальнеологический курорт местного значения. В случае необходимости гидроминеральные ресурсы Псекупского месторождения могут быть значительно увеличены.

Суммарный дебит естественных источников и буровых скважин провинции сильно минерализованных хлоридно-натриевых вод палеогена и мела выражается в 8,6 млн. *л/сутки*. Эти воды, представляющие бальнеологический интерес, как источник получения йода), в настоящее время в практическом отношении не используются.

Расход источников и буровых скважин провинции щелочных сероводородных терм миоцена составляет 10 млн. *л/сутки*. До 1938 г. на базе этих источников работало три курорта — Серноводск, Ачалуки и Брагуны. В настоящее время функционирует лишь курорт Серноводск, причем каптажи источников и бальнеологическое хозяйство в целом нуждаются в коренной реконструкции. Необходимо также продолжить гидрогеологические изыскания на этом месторождении с проведением опытных гидрогеологических исследований для подсчета запасов эксплуатационных ресурсов его.

Что касается южного склона Большого Кавказа, то на рассматриваемой части территории его расположено Сочинское месторождение минеральных вод и Краснополянские минеральные источники, объединяемые нами в отдельный гидрогеологический район. За последние годы с помощью глубокой разведки удалось резко увеличить гидроминеральную базу Сочинского курорта. Так, эксплуатационные запасы этого месторождения, утвержденные ГКЗ, составляют (суммарно для Мацестинского и Хостинского участков): по категории A_1 — 1346 тыс. *л/сутки*, по категории A_2 — 2100 тыс. *л/сутки*, по категрории В — 1900 тыс. *л/сутки* и по категории С — 1000 тыс. *л/сутки*, что превышает существующие потребности курорта.

С 1947 г. все эксплуатационные скважины находятся на крановом режиме.

Суммарный дебит естественных минеральных источников и вод буровых скважин Краснополянского гидрогеологического района составляет примерно 700 тыс. *л/сутки*. Небольшие разведочные работы (начиная с 1936 г.) проводились на Чвежипсинском месторождении углекисло-мышьяковистых вод, которые в 1940 г. разливались как столовые. С помощью разведочных работ гидроминеральные ресурсы этого района, несомненно, могут быть значительно увеличены.

Что касается минеральных (лечебных) грязей, бальнеологическое значение которых с каждым годом возрастает, то запасы их для рассматриваемой территории составляет 6530 тыс. *т*. Этого количества достаточно на 250—300 лет для работы грязелечебниц.

Источники промышленного сырья и теплофикации. Подземные воды некоторых районов Северного Кавказа представляют интерес в промышленном отношении и для целей теплофикации.

При выборе водоносных горизонтов для использования их в этих целях необходимо учитывать потребность в сырье данного типа и рентабельность материальных затрат по его утилизации. Рентабельность использования подземных вод для промышленного извлечения из них полезных компонентов и для повышения энергетического потенциала

нашей страны должны решаться на базе совокупности нижеследующих основных исходных гидрогеологических данных.

Промышленные воды в своем составе должны содержать наибольшее количество полезных микроэлементов, а термальные воды — наиболее высокую температуру. Для последних желательна низкая минерализация, так как при использовании вод с повышенной концентрацией растворенных солей потребуется строительство специальных теплообменников.

Необходимо проводить длительные режимные наблюдения за постоянством химического состава подземных вод. Снижение содержания полезных микрокомпонентов во времени или охлаждение воды в процессе эксплуатации могут привести к преждевременному прекращению деятельности предприятия.

Применение промышленных и термальных вод целесообразно проектировать лишь при условии их самоизлива. При этом одним из решающих факторов является стабильность пластовых давлений при длительных пробных выпусках воды с необходимым для эксплуатации суточным дебитом.

Нельзя правильно решить вопрос о применимости промышленных и термальных вод без сведений о максимально возможных дебитах скважин и их постоянстве при длительных отборах. При упругом режиме в начальный период самоизливающиеся скважины дают большие дебиты, которые затем быстро снижаются по мере уменьшения пластовой энергии. Рентабельность разработки месторождений промышленных и термальных вод значительно возрастет при условии успешного применения методов интенсификации водоотдачи пластов путем солянокислотной обработки их или гидравлического разрыва.

Промышленные воды должны обладать значительными статическими запасами во избежание снижения концентрации микроэлементов в процессе длительных и больших отборов. Нельзя планировать использование термальных вод, температура которых снижается в процессе эксплуатации скважин. Прогрессивное снижение температуры самоизливающихся вод может наблюдаться преимущественно в условиях непосредственной близости эксплуатационных скважин к области питания соответствующих водоносных горизонтов. В целях поддержания температуры подземных вод на первоначальном уровне, а также возможного ее увеличения эксплуатационные скважины желательно размещать в сводовых частях антиклинальных складок, находящихся в глубоких депрессионных зонах на достаточном удалении от области питания водосодержащих пород.

На рассматриваемой территории большинство промышленных и термальных вод выявлено в процессе геологоразведочных работ на нефть и газ. Широкое распространение в пределах ее нефтяных и газовых залежей создает определенные трудности в выборе районов и горизонтов для практического использования подземных вод. Это обусловлено тем, что многие из них имеют гидравлическую связь с нефтяными или газовыми залежами. Во избежание снижения пластового давления в залежах нецелесообразно производить большие отборы вод до полного извлечения из пласта горючих, жидких и газообразных полезных ископаемых. В водах почти всех районов Северного Кавказа, где гидрогеологические работы сопровождались детальными химическими исследованиями, были выявлены полезные микрокомпоненты с концентрациями, нередко значительно превышающими минимальные промышленные нормы. Наиболее широко на Северном Кавказе распространены йодоносные воды.

Длительные режимные наблюдения за постоянством содержания полезных микроэлементов в подземных водах проводились на Северном Кавказе лишь в некоторых районах. Наиболее полные и достоверные сведения имеются только по отдельным нефтегазоносным и разведочным площадям Южного Дагестана. Здесь почти всюду наблюдается снижение концентраций микроэлементов в процессе длительных выпусков подземных вод, что затрудняет их промышленное использование (табл. 79).

В районах Западного Предкавказья, где осуществлялись длительные постоянные или эпизодические наблюдения за режимом подземных вод, уменьшения концентрации микроэлементов не наблюдалось. На территории Центрального и Восточного Предкавказья долголетние режимные наблюдения ранее не проводились.

Самоизливающиеся подземные воды с устойчивым режимом имеются лишь в районах южной части Предкавказья. Севернее же

Таблица 79

Среднегодовые концентрации йода в подземных водах Южного Дагестана

Площади	Геологический возраст водосодержащих пород	Основные микрокомпоненты	Среднегодовые содержания, *г/гл*		
			1958 г	1959 г.	1960 г.
Селли	Верхний мел	J	8	6	7
Хошмензил	Хадум	J	22	19	20
	Нижний мел	J	14	14	15
	Средняя юра	J	17,8	15	14
Берикей	Форамниферовые слои	J	14	13	13
	Верхний мел	J	14	13	11
	Нижний мел	J	14	14	13,5
Дузлак	Хадум	J	11	12	11
	Нижний мел	J	14	12	12
	Средняя юра	J	—	15	11,8
Дагогни	Хадум	J	15	12	12
	Фораминиферовые слои	J	13,5	13	—
	Средняя юра	J	15,5	13,8	12,7

этой территории скважины не самоизливаются или фонтанируют за счет упругих сил пласта только в начальный период выпусков. Поэтому все районы северной части Предкавказья являются бесперспективными на промышленные и термальные воды, даже если концентрация в них микрокомпонентов достигает кондиционной.

Наиболее высокие дебиты скважин (до нескольких десятков тысяч кубических метров в сутки) наблюдались в районах Южного Дагестана. Однако со временем они быстро уменьшались вследствие снижения пьезометрических уровней. Так, на площади Дагогни притоки воды из скважин, вскрывших отложения хадумского горизонта, составляли 1200—1500 *м*³/*сутки*, при избыточных статических давлениях 25—27 *атм*. Со временем дебиты снизились до 30—20 *м*³/*сутки*, а по отдельным скважинам, расположенным за контуром газоносности площади, уровень воды в них установился ниже поверхности земли. По этим соображениям подземные воды Южного Дагестана в настоящее время без дополнительного изучения не могут рекомендоваться для промышленного извлечения из них полезных микрокомпонентов, а также в качестве теплоносителей для геотермических установок.

На ряде площадей юга Западного Предкавказья терригенные породы палеогена и неогена, являющиеся коллекторами нефти, газа и вод, весьма слабо сцементированы. На забоях скважин образуются песчаные пробки, снижающие притоки нефти и газа. Пробкообразование усиливается с появлением в скважинах воды. Необходимость штуцерования устьев скважин ограничивает здесь перспективы на промышленные и термальные воды.

На Датыхской площади, расположенной в западной части Черногорской моноклинали, подземные термальные воды с промышленными содержаниями йода самоизливались с дебитами до 40 тыс. *м*³/*сутки*. Кратковременность наблюдений за дебитом заставляет воздерживаться от рекомендации о строительстве здесь йодного завода и геотермических установок. Близость площади к области питания водоносных горизонтов вызывает опасение за стабильность дебитов скважин, температуры и химического состава рассматриваемых вод.

Наиболее низкими запасами воды на единицу мощности в Предкавказье характеризуются глинистые породы средней юры, палеоцена и эоцена востока и юга территории, олигоцена и нижнего миоцена, нижнего и среднего сармата большинства районов. На площадях широкого развития дизъюнктивных нарушений карбонатные отложения верхней юры и верхнего мела дают притоки подземных вод до нескольких десятков тысяч кубических метров в сутки. Однако статические запасы вод в этих горизонтах относительно невелики.

Район боро-йодоносных вод характеризуется очень сложным тектоническим строением. Водоносные горизонты здесь спорадичны и водообильность пород крайне изменчива. Несмотря на высокие, температуры вод и кондиционные содержания в них борного ангидрида и йода, дать достаточно обоснованную оценку перспектив района, без дополнительного изучения его, не представляется возможным.

По существующим данным, Анастасиевско-Троицкая площадь Западного Предкавказья является наиболее перспективной на промышленное освоение йодоносных вод мэотических и сарматских отложений. По подсчетам Л. Н. Яковлевой (1962), в этих породах содержится около 60 *км*³ воды, в которой растворено более 2900 тыс. *т* йода. Дебиты скважин при самоизливе составляют 800—850 *м*³/*сутки*. Большие суточные отборы воды из единичных скважин могут привести к образованию в них песчаных пробок, что необходимо иметь в виду

при проектировании разработки площади на промышленные и термальные воды. Для сброса отработанных вод, как и во многих других районах Северного Кавказа, можно предусматривать искусственные бассейны с естественным выпариванием и вторичной переработкой формирующихся рассолов и осадков.

Высокими перспективами на промышленные йодоносные воды отличаются площади Мирная балка, Федоровская, Ново-Титаровская, Мелеховская, Правобережная, Червленная, Датых. В этих районах содержатся большие статические запасы воды с промышленной концентрацией растворенного в ней йода. Максимальные дебиты скважин, которые, как правило, самоизливаются, составляют от 1 до 40 тыс. *м*³/*сутки*. В некоторых из этих районов водоносные горизонты нуждаются в дополнительном гидрогеологическом изучении.

Район западного окончания Кавказского хребта, где широко развиты грязевые вулканы, может по праву считаться самым перспективным на Северном Кавказе на промышленные воды. Однако он нуждается в тщательном гидрогеологическом изучении с большим объемом буровых работ и режимных наблюдений.

В недрах Северного Кавказа содержатся огромные запасы тепловой энергии, заключенной в подземных водах. Энергия эта в народном хозяйстве почти не используется.

Незначительные примеры практического применения термальных вод ограничиваются примерно пятидесятью пунктами. При этом в большинстве случаев термальные воды используются в бальнеологических целях: совсем редко — для теплофикации отдельных зданий и только в единственном пункте — для круглогодичного отопления теплиц. Ни один достаточно крупный населенный пункт не теплофицирован горячими подземными водами полностью.

Приведенные выше данные свидетельствуют о больших возможностях по увеличению энергетического потенциала Северного Кавказа за счет подземного тепла. Здесь имеются богатейшие запасы термальных вод, вполне достаточные для организации мощных парниково-тепличных хозяйств, а также теплофикации крупных городов и сельских населенных пунктов. В ряде районов южной части Северного Кавказа имеются благоприятные условия для строительства геотермических электростанций.

Северная половина рассматриваемой территории, по изложенным выше причинам, в ближайшие годы не может быть объектом для изучения подземных вод как возможных источников получения тепловой энергии. Горная часть Северного Кавказа является малоперспективной в отношении термальных вод. Район Кавказских Минеральных Вод не может быть предложен для усиленных отборов термальных вод как теплоносителей вследствие возможного отрицательного влияния на режим эксплуатирующихся месторождений минеральных вод. В остальных районах Предкавказья имеются необходимые условия для организации гидротермальных предприятий сельскохозяйственного, бытового или промышленного профиля.

Для строительства геотермических электростанций, по имеющимся гидрогеологическим данным, перспективны площади: Великая и Темиргоевская северного борта Азово-Кубанской впадины, Безводно-Ширванская, Апшеронская, Ровненская, Прасковейская, Георгиевская и Октябрьская Передовых хребтов Восточного Предкавказья. Подземные воды в этих районах самоизливались с температурами более 90° С и дебитами до 2000 *м*³/*сутки*. Высокая минерализация их вынуждает предусматривать установку теплообменников при строительстве

геотермических электростанций. В районах наибольшего погружения водоносных горизонтов возможно получение пароводяных смесей с большими теплоэнергетическими ресурсами.

В Западно-Кубанской, Восточно-Кубанской и Терско-Кумской депрессиях, а также в районах Терско-Дагестанской нефтегазоносной области и Черногорской моноклинали выявлено около сорока площадей с термальными водами, пригодными для теплофикации населенных пунктов.

Использование выявленных термальных вод в парниково-тепличном хозяйстве может быть осуществлено во всех районах южной половины Предкавказья, за исключением Минераловодского выступа. Для этой цели могут применяться также воды с остаточным теплом после использования их в геотермических электростанциях или при отоплении населенных пунктов.

Глава X

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Влияние гидромелиоративных мероприятий на режим грунтовых вод, очевидно, должно быть различным в зависимости от природных условий. С другой стороны, и гидромелиоративные мероприятия при одних и тех же природных условиях по-разному могут воздействовать на грунтовые воды и на солевой режим почво-грунтов. Условия рациональной эксплуатации существующих гидромелиоративных систем, а также задачи дальнейшего их расширения и связанного с ним строительства требуют осуществления гидрогеолого-мелиоративного районирования.

Н. В. Роговская (1963) предложила классифицировать территории для целей орошения при мелкомасштабном районировании по геоморфологическому признаку. «Как бы ни было велико разнообразие природных условий... всегда, — говорит она, — известная типизация может быть отражена на карте, если за основу выделения типов территории принять признак происхождения данной территории, в частности признак геоморфологический». Этот признак, используемый для целей гидрогеолого-мелиоративного районирования, отражает в основных чертах гидрогеологические условия орошаемых земель Северного Кавказа. Достаточно указать, что для районов, где орошение не получило своего развития, геоморфологический признак может стать определяющим.

Мелкомасштабное гидрогеолого-мелиоративное районирование Северного Кавказа произведено нами в целом по геоморфологическому признаку. При этом оно дается для всей территории, хотя следует иметь в виду, что наличие водных ресурсов позволяет оросить в перспективе не более 10% всей площади Северного Кавказа.

Ниже приводится краткое описание каждого выделяемого гидрогеолого-мелиоративного района. При описании их особый упор делается на районы, в которых получило широкое развитие орошаемое земледелие (рис. 39).

СОВРЕМЕННАЯ И БОЛЕЕ ДРЕВНЯЯ ДЕЛЬТА Р. КУБАНИ

Этот гидрогеолого-мелиоративный район ограничивается распространением Приазовских и Прикубанских плавней, которые придают ему специфические черты. В геоморфологическом отношении он представляет собой дельтово-аллювиальные равнины. В состав его включены также верхнечетвертичные террасы Кубани (ниже Краснодара).

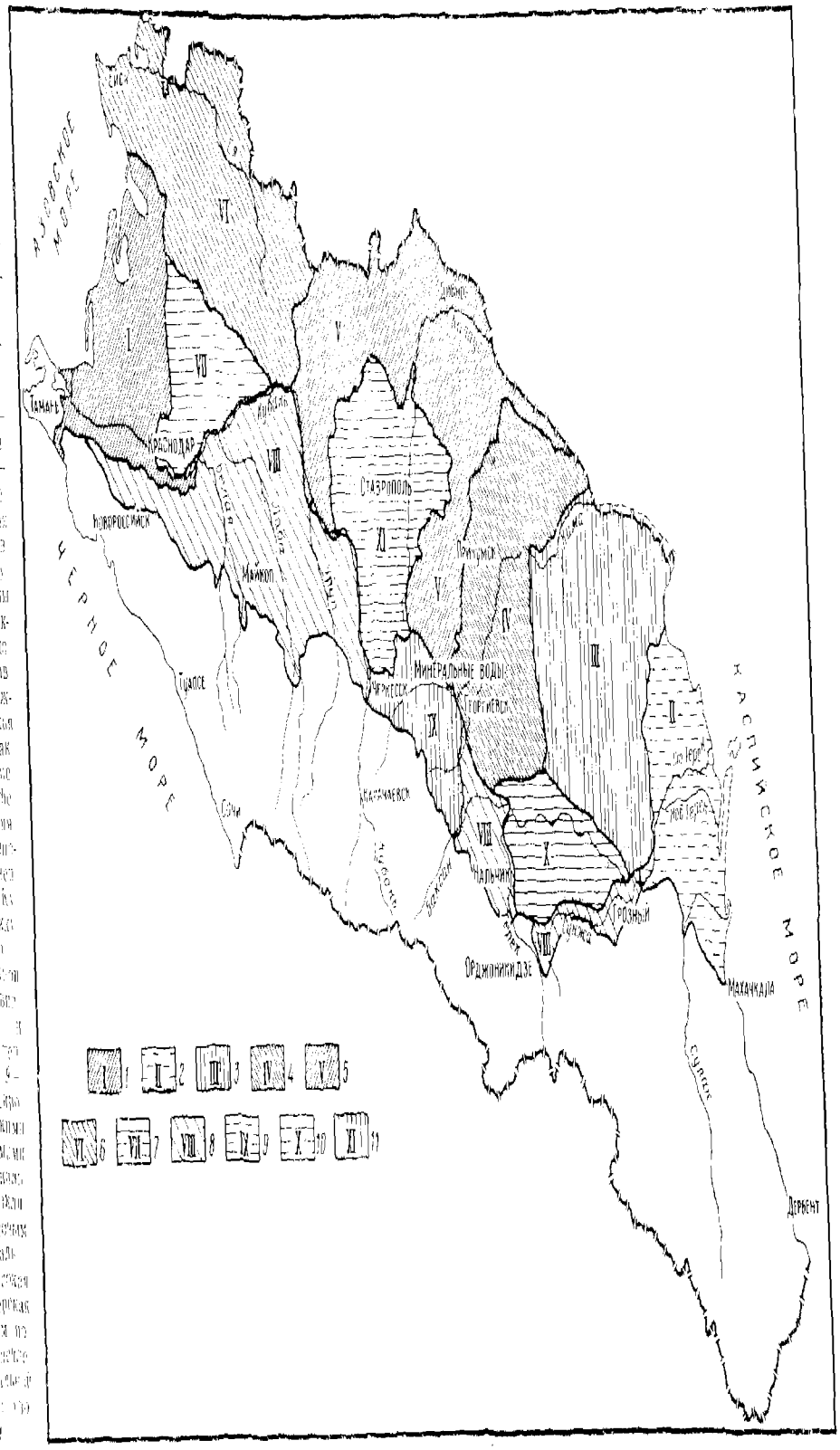


Рис. 39. Схематическая карта гидрогеолого-мелиоративного районирования Северного Кавказа (Составил В. С. Щепкин)

Мелиоративные районы: 1 — современной и более древней дельты р. Кубани, 2 — современной дельты рек Терека и Сулака (дельтовая аллювиально-морская равнина), 3 — хвалынской аккумулятивно-морской равнины (Ногайская степь), 4 — аккумулятивные аллювиально-лессовые четвертичные равнины Терско-Кумского междуречья и левобережья р. Кумы, 5 — эрозионно-аккумулятивные равнины (мелкого генеза) (Ставропольского поднятия), 6 — аккумулятивно-эрозионные цепоподчетвертичные равнины Азово-Кубанской впадины, 7 — аккумулятивно-аллювиально-лессовые равнины южной части Азово-Кубанской впадины, 8 — предгорные и межгорные наклонные терраспроданные равнины, 9 — Минераловодская терраспроданная равнина с одинокими вулканическими формами рельефа, 10 — синклинальные депрессии и антиклинальные хребты с лёссовым деловиально-продювиальным покровом, высокая среднечетвертичная Терская терраса с аналогичным покровом, 11 — глубоко расчлененный рельеф центральной части Ставропольского продового поднятия

Характерными элементами рельефа на всей площади района является сложная система действующих или отмерших рукавов (протоков) реки, а также береговые гряды и межгрядовые плоские понижения (плавни). Современные дельтово-аллювиальные отложения состоят в основном из разнозернистых, чаще мелкозернистых песков и иловатых глин. Пески слагают главным образом гряды, а глины — днища понижений.

Определяющей чертой в характеристике района является (до 2 *м*) высокое залегание уровня грунтовых вод.

Незначительные уклоны зеркала их, а также существование подпора со стороны Азовского моря, и отсутствие благоприятных условий для их разгрузки приводят к тому, что основным элементом расходной части баланса грунтовых вод является транспирация и испарение, а приходной — инфильтрация атмосферных осадков и паводковых вод реки.

Этими условиями определяется, в частности, и солевой режим грунтовых вод. Отмечается быстрое возрастание их минерализации в общем направлении с востока на запад от 1—2 до 70 *г/л*, с одновременным ростом хлоридно-натриевого типа засоления.

Сельскохозяйственное освоение территории плавней практически невозможно без осуществления крупных гидромелиоративных мероприятий разного вида, требующих больших капиталовложений. Из общей площади района, составляющей 700 тыс. *га*, в гидромелиорациях нуждается примерно 560 тыс. *га*. Сюда входят 260 тыс. *га*, полностью заболоченных.

В районе проводятся следующие мероприятия: орошение, главным образом под культуру риса, осушение, защита территории по предупреждению затопления паводковыми водами, рыбохозяйственные мероприятия.

Орошение и осушение. В настоящее время в низовьях Кубани построены и эксплуатируются крупные ирригационные рисовые системы с общей площадью орошения 53 тыс. *га*.

Кроме того, 26 тыс. *га* канализовано дренажной сетью с целью осушения.

Влияние орошения на мелиоративное состояние площадей и на природный режим грунтовых вод характеризуется следующим образом.

Орошение. Современное мелиоративное состояние орошаемых площадей как недавно освоенных, так и наиболее старых не вызывает никаких опасений ни в отношении возможностей их засоления, ни заболачивания подпочвенными водами. Это обстоятельство имеет тем более важное значение, что в прошлом, до освоения площадей под орошение, высокоминерализованные воды залегали в непосредственной близости от дневной поверхности.

Практика показала, что достаточная эффективность работы дренажно-сбросовой сети на орошаемых массивах обеспечивается в том случае, если расстояние между дренами находится в пределах 100—250 *м*, а глубина их залегания составляет в среднем 2,5 *м*. В результате на действующих рисовых системах происходит довольно быстрая стабилизация режима грунтовых вод в условиях орошения. Годовой цикл колебания их уровня повторяется без существенных изменений из года в год, при одном и том же режиме орошения.

На площадях в условиях возделывания культуры риса, при оросительном сезоне с 10 мая по 10 сентября, режим грунтовых вод подчиняется определенным закономерностям. Уровень грунтовых вод устанавливается относительно низко (1,5—3 *м*) в конце апреля и в начале

мая, т. е. перед началом полива. Однако грунтовый сток в дренажную сеть продолжает поступать и в это время. По размерам расходов главного коллектора Кубанской рисовой системы он составляет в это время в пересчете на один гектар 0,17 *л/сек*. В мае начинается полив и следом за ним происходит подъем уровня. Средняя скорость подъема уровня колеблется от 0,02 до 0,100 *м/сутки*. Модуль стока, как грунтового, так и поверхностного, возрастает при этом к концу месяца до 0,85 *л/сек*. В средине июня на массивах орошения устанавливается максимальный уровень ирригационно-грунтовых вод на глубинах порядка 0,5—1,5 *м* в зависимости от расстояния до ближайшей дрены и глубины ее залегания. Модуль общего стока в это время достигает наибольших значений — около 1,15 *л/сек · км²*. После окончания поливного сезона, в течение примерно двух месяцев (с 10/IX по 10/XI) происходит спад, а в последующем и стабилизация уровня грунтовых вод под эффективным воздействием дренажа. Скорость спада уровня в это время составляет 0,01—0,04 *м/сутки*. Модуль же грунтового стока в дренажной системе достигает своих минимальных значений — 0,10 *л/сек · км²*.

В зимние месяцы вплоть до апреля уровень грунтовых вод повышается очень медленно вследствие превышения осадков над испарением. Соответственно и модуль стока возрастает от 0,26 в декабре до 0,38 *л/сек · км²* в конце марта.

Особый интерес в условиях орошения представляет солевой баланс грунтовых вод. Под воздействием дренажной системы наблюдается общее снижение минерализации грунтовых вод, по крайней мере в верхней, дренированной их зоне.

Осушение вне связи с орошением пока не имеет широкого распространения в низовьях Кубани. Это в значительной мере объясняется теми отрицательными явлениями, которые возникают при осушении территории без применения орошения. Например, прекращение доступа паводковых или оросительных вод на осушенные участки при высокой минерализации грунтовых вод практически ведет к развитию вторичного засоления почво-грунтов. Кроме того, и условия рельефа не позволяют в большинстве случаев осуществлять самотечный сброс дренажных вод. Поэтому приходится частично или полностью переходить на механический водоподъем.

Защитные мероприятия по предупреждению затопления территории паводковыми водами. Эти мероприятия оказывают большое воздействие на естественный режим грунтовых вод в пределах всей защищаемой территории. В состав рассматриваемых мероприятий входят система водоградительных валов вдоль берегов р. Кубани и ее притоков, а также регулирующие водохранилища (Тщикское и Шапсугское).

В настоящее время русло Кубани обваловано на всем протяжении от Тщикского водохранилища (вблизи станицы Усть-Лабинской) до г. Темрюка. Береговые водоградительные валы сооружены также и по р. Протоке, на всем протяжении ее русла, за исключением устьевой части. Общая протяженность защитной линии валов в низовьях Кубани составляет 840 *км*, а защищаемая ими площадь — 663 тыс. *га*.

Влияние защитных мероприятий по предупреждению затопления на режим грунтовых вод сводится в основном к следующему.

В естественных условиях (до сооружения оградительных валов) паводковые воды, несущие большое количество взвешенных частиц, почти ежегодно затапливали большую часть плавней. В результате этого происходило наращивание поверхности плавней за счет отложе-

ний наносов и рассоление почво-грунтов с выносом солей через систему действующих протоков (ериков) в прибрежные лиманы. Почвы плавней (в прошлом, как правило, — пресные) после сооружения оградительных валов стали быстро подвергаться вторичному засолению. Произошло общее понижение уровня грунтовых вод и закономерное повышение их минерализации в связи с изменившимися условиями их разгрузки.

Обвалование берегов повлекло за собой повышение горизонтов воды в реке при прохождении паводков. Прилегающая к валам местность оказывалась при этом на 1 и даже 1,7 *м* ниже уровня реки. В результате этого вдоль валов в полосе шириной в среднем 400 *м* стали проявляться явления подтопления с периодическим заболачиванием территории.

Рыбохозяйственные мероприятия. Важнейшим из них здесь является система опреснения группы лиманов (Долгий, Восточный Горький), имеющих общее зеркало, равное 40 тыс. *га*. Опреснение осуществляется путем подачи воды из р. Протоки Черноярковским опреснительным каналом, расчетный расход которого составляет 24 $м^3/сек$, а протяженность 31 *км*. Система работает достаточно эффективно, обеспечивая командование горизонтов в группе лиманов.

Из приведенной общей характеристики природных условий района и описания существующих здесь гидромелиоративных мероприятий можно заключить, что условия сельскохозяйственной эксплуатации земельных ресурсов являются достаточно сложными. В то же время накопленный уже опыт частичного освоения площадей позволяет уверенно и эффективно решить всю проблему использования земельных и водных ресурсов этого района.

СОВРЕМЕННАЯ ДЕЛЬТА РЕК ТЕРЕКА И СУЛАКА

(Дельтовая аллювиально-морская равнина)

В состав этого района входит геоморфологический комплекс — современные дельты рек Терека, Сулака, Аксая и Акташа. Сюда же отнесена прибрежная полоса дюн, протягивающаяся вдоль западного берега Каспия. Формирование этого геоморфологического комплекса происходило на месте широкого плоскодонного прогиба, образовавшегося в верхнехвалынское и послехвалынское время. Природные условия района во многом аналогичны тем, которые были описаны выше для низовьев Кубани.

Дельта рек Терека и Сулака представляет собой равнину, расчлененную многочисленными руслами действующих и отмерших рукавов, протекающих в естественных береговых грядах, сложенных аллювиальными наносами. Образующиеся при этом межгрядовые плоские понижения нередко представляют собой плавни, днища которых находятся на 1—3 *м* ниже паводковых горизонтов.

Современная дельта Терека и Сулака представлена морскими и речными отложениями верхнехвалынского и послехвалынского времени, состоящими преимущественно из мелкозернистого песка, а также песчаных и иловатых глин.

Гидрогеологические условия дельты Терека и Сулака определяются теми же основными чертами, которые выше были отмечены для первого гидрогеолого-мелиоративного района. Западной границей современной дельты Терека и Сулака принято считать р. Сулу-Чубутлу, являющуюся отмершим еще в XVII в. рукавом Терека.

Общая валовая площадь рассматриваемого района составляет 760 тыс. *га*. Так же, как и в первом районе, сельскохозяйственное освое-

ние территории здесь нельзя представить без осуществления таких крупных мероприятий, как орошение, осушение, защита от паводков и др

Ниже приводится краткое описание действующих здесь отдельных гидромелиоративных мероприятий.

Орошение Климатические условия дельты Терека и Сулака не позволяют возделывать многие сельскохозяйственные культуры без орошения. Поэтому не удивительно, что даже в XVII в. здесь было развито орошение К 1914 г. общая площадь поливных земель, по некоторым данным, составляла 40—42 тыс. *га* В настоящее время (1963 г) ирригационный фонд Терско-Сулакской низменности, включая и мелкие системы, достигает 157,5 тыс. *га*, а общая протяженность одних лишь магистральных каналов превышает 650 *км* Однако техническое состояние значительного большинства этих систем продолжает оставаться неудовлетворительным и требует реконструкции. Основной их недостаток заключается в необеспеченности орошаемых площадей дренажной сетью из-за отсутствия условий для организации самотечного сброса После нескольких лет эксплуатации на многих площадях начинают появляться признаки вторичного засоления почв и такие участки на некоторое время забрасываются. Этим и объясняется широкое развитие здесь так называемого кочующего способа орошения.

Разновидностью этого способа является орошение, носящее название «затоплением озер». Заключается оно в искусственном разовом затоплении местных понижений в период прохождения летних паводков с последующим посевом осенью пшеницы на подсохших участках.

Развитие орошения потребовало сооружения на дельтовой системе двух гидротехнических узлов — Каргалинского (у станицы Каргалинской) и Копайского (вблизи г. Кизляра); первый бал построен в 1956 г, второй — в 1958 г. Назначение этих узлов — искусственное перераспределение расходов основного русла реки между другими рукавами речнои системы.

В результате такого перераспределения было переброшено в 1961 г. 2103 млн $м^3$, или 26% годового стока Терека * Из поступившего таким образом в дельтовую систему годового стока лишь 20% было сброшено в море Остальной сток был израсходован на испарение, транспирацию и на питание грунтовых вод Такое перераспределение годового стока вносит существенные изменения в солевой баланс почво-грунтов и грунтовых вод

По данным Б Б. Шумакова, воды Терека транспортируют в растворенном состоянии ежегодно от 2 до 5 млн *т* солей Это означает, что на орошаемые площади вместе с водой поступило в 1961 г от 400 тыс до 1 млн *т* солей, а в 1962 г от 560 тыс до 1 400 тыс *т* До последнего времени весь состав принесенных с водой солей практически оставался на орошаемых массивах. После ввода в эксплуатацию магистрального коллектора Кизляр—Каспий положение в этом отношении несколько улучшилось

По данным Южгипроводхоза, из всего орошаемого фонда примерно 73% площадей нуждаются в коренной реконструкции ирригационных систем

Осушительная гидромелиорация Осушительные мероприятия в виде дренажно-сбросовых систем на больших площадях в дельте Терека стали проводиться лишь в последние годы Наиболь-

* По данным Южгипроводхоза

шее значение из них имеет дренажно-сбросная система Кизляр—Каспийское море с магистральным коллектором того же названия общей протяженностью 64 *км*. Назначением системы является улучшение условий отвода поверхностного стока атмосферных осадков и сбросовых вод с орошаемых площадей, а также дренаж грунтовых вод. Строительство системы начато в 1955 г. К 1963 г. было закончено сооружение магистрального коллектора и коллекторов первого порядка. В настоящее время ведутся работы по устройству коллекторов второго порядка. Общая площадь, обслуживаемая системой, составит после окончания ее строительства примерно 100 тыс. *га*. В работе дренажно-сбросной системы Кизляр—Каспий находит отражение все своеобразие и вся относительная сложность гидрогеолого-мелиоративных условий второго района. Поэтому, на описании работы этой системы остановимся подробнее.

В настоящее время зона действия построенных каналов системы Кизляр—Каспий составляет около 35 тыс. *га*. Из них орошается 25 тыс. *га*. Глубина врезки магистрального коллектора в среднем составляет 2,0—2,5 *м*. Имеются, однако, участки с приподнятым дном из-за систематического оплывания откосов.

По данным А. Д. Минаева, магистральным коллектором в 1957 г. было сброшено воды в море 26,2 млн. $м^3$, а в 1958 г. — 28 млн. $м^3$. Однако общий приходно-расходный баланс системы значительно превышает эти цифры. Объясняется это тем, что в нижнем течении большая часть расходов коллектора идет на питание грунтовых вод путем фильтрации из канала. Так, в 1958 г. общий приток воды в коллектор составил 71,1 млн. $м^3$, из них 38,1 млн. $м^3$ (54% прихода) приходится на сбросные воды с орошаемых полей, а 32,9 млн. $м^3$ (46%) — на грунтовые воды. Расходная часть этого баланса сложилась следующим образом: сброшено за год в Каспийское море 28 млн. $м^3$ (39%), потери на фильтрацию в нижнем течении составили 43,6 млн. $м^3$ (61%).

Тем не менее уже в современном своем состоянии система Кизляр—Каспий оказывает существенное влияние на режим грунтовых вод. Она улучшает условия отвода поверхностного стока, на части территории дренирует минерализованные грунтовые воды, обеспечивает вынос растворимых солей, осуществляет отвод сбросовых вод с орошаемых площадей. Отрицательной стороной работы упомянутой системы является подпитывание грунтовых вод в нижнем течении коллектора.

Защитные мероприятия по предупреждению затопления территории паводковыми водами сводятся к следующему.

В низовьях Терека эти мероприятия ограничиваются лишь устройством оградительных береговых валов высотой 1,5—3,0 *м* на участке реки ниже ст. Червленной. Современное русло Терека, на участке от железнодорожного моста у ст. Червленная до Каргалинского гидроузла, обваловано полностью по обоим берегам. Здесь ведутся лишь работы по реконструкции и усилению валов. Ниже гидроузла работы по обвалованию левого берега закончены полностью, а по правому они доведены до 78-го километра.

Мероприятия по обвалованию, осуществленные лишь за последние годы, ускорили процесс высыхания плавней на площади около 70 тыс. *га*. Однако наряду с общим понижением уровня грунтовых вод обозначились и сопутствующие отрицательные явления: стала быстро расти минерализация грунтовых вод (до 20 *г/л* и более), получило широкое распространение прогрессирующее вторичное засоление почвогрунтов.

ХВАЛЫНСКИЕ АККУМУЛЯТИВНО-МОРСКИЕ И ОЗЕРНО-АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ РАВНИНЫ

Этот геоморфологический комплекс получил развитие в Терско-Кумском междуречье, в пределах средней части нижнего течения обеих рек. Западной границей района служит абразионный суглинистый уступ верхнехвалынского моря, хорошо прослеживаемый на местности вдоль линии г. Моздок — ст. Правокумское, южной — р. Терек на участке от г. Моздока до ст. Червленная, восточной — р. Сулу-Чубутла и, наконец, северной — р. Кума. Общая площадь этого обширного района составляет 24 тыс. *км*². Большую часть ее занимают равнины, сложенные морскими осадками хвалынских трансгрессий Каспия.

Как отмечает Н. Н. Сафронов (1960), эти морские равнины были частично переработаны эоловыми, солончаково-дефляционными и частично эрозионными процессами, придавшими местности нередко взбугренный характер. Относительная высота неровностей рельефа достигает 8—10 *м*.

В геологическом строении района принимают участие главным образом нижне- и верхнехвалынские, а также озерно-аллювиальные и эоловые образования, представленные терригенными осадками. В основном это мелкозернистые пески и бурые опесчаненные глины.

Грунтовые воды залегают вне бугров на глубинах 1—4 *м*, а на буграх — до 10 *м*. Общее падение зеркала грунтовых вод осуществляется к востоку и северо-востоку. Градиенты их незначительны — порядка 0,0008. Наблюдается общее повышение минерализации грунтовых вод в направлениях с юга на север и с запада на восток. При этом в юго-западной части района она обычно не превышает 1—2 *г/л*, а на востоке встречаются воды с минерализацией до 96 *г/л*.

Главной приходной статьей водного баланса верхнего горизонта грунтовых вод является инфильтрация атмосферных осадков, чему способствуют малые уклоны местности и отсутствие разветвленной балочной сети. Роль же паводковых вод рек в питании водоносного горизонта незначительна. Главной расходной статьей рассматриваемого водного баланса является испарение и транспирация растительностью.

Из гидромелиоративных мероприятий в Ногайской степи практическое значение в настоящее время имеет лишь орошение и связанное с ним осушение территории.

Орошаемые земли размещаются здесь выборочными участками вблизи южной и восточной границ района. Общая площадь этих участков составляет 37,5 тыс. *га*.

Задача реконструкции оросительных систем и расширения орошаемых площадей в пределах Ногайской степи полностью решается строительством Терско-Кумского магистрального канала и базирующихся на нем обводнительно-оросительных систем.

Сооружение первоочередной Наурско-Шелковской системы было начато в 1957 г. На 1/I 1964 г. ирригированный введенный в эксплуатацию фонд составил 28 тыс. *га*. Всего же должно быть введено в действие по Наурско-Шелковской системе в ближайшие годы 52,77 тыс. *га*, а по Ногайской степи в целом — 167,3 тыс. *га*. Отвод сбросных и дренажных вод Наурско-Шелковской системы решается строительством 6 межхозяйственных коллекторно-сбросных каналов. Главнейшие из них, — коллектора Северный и Шелковской, обслуживающие площадь в 8 тыс. *га*, уже построены.

Грозненская опытно-мелиоративная станция ЮЖНИИГИМ вела наблюдения за работой этих коллекторов в период с июня 1961 г. по

декабрь 1962 г. Результаты наблюдений показывают, что эффективность дренирующего действия системы двух коллекторов в значительной мере снижается вследствие больших потерь на фильтрацию из магистральных коллекторов. Так, из поступившего в коллекторы грунтового стока в количестве 45,3 млн. $м^3$ за год выводится за пределы дренируемой территории и сбрасывается в р. Сулу-Чубутлу лишь 14,9 млн. $м^3$, а остальные 30,4 млн. $м^3$ теряются на фильтрацию по тракту отвода. Естественно, что при таких условиях дренирующее влияние каналов распространяется на сравнительно узкую (25—75 *м*) полосу. Анализ солевого баланса также подтверждает вывод о недостаточной эффективности работы дренажа (Пацевич, 1963).

Для улучшения работы дренажной системы потребуется более глубокая ее посадка. Это вызывает необходимость перехода от самотечного сброса к машинному.

В связи с предстоящим широким развитием орошения в третьем гидрогеолого-мелиоративном районе приходится отметить, что при относительно неглубоком залегании грунтовых вод неизбежен их подъем с явлениями подтопления территории, если не будут приняты соответствующие меры. Этот вывод подтверждается также результатами наблюдений за режимом грунтовых вод, проводившихся в Ногайской степи с 1957 г. Северо-Кавказской гидрогеологической станцией Министерства геологии и охраны недр СССР. Так, наблюдениями по Кривоносовскому створу (разъезд Галюгаевский) было установлено, что зона влияния канала им. Ленина, имеющего длительную эксплуатацию, достигает 400 *м*. Указанные обстоятельства делают актуальным выявление всех площадей, нуждающихся в инженерной защите от заболачивания и подтопления.

АККУМУЛЯТИВНЫЕ АЛЛЮВИАЛЬНО-ЛЁССОВЫЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ РАВНИНЫ ТЕРСКО-КУМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ И ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ Р. КУМЫ

Этот геоморфологический тип области морфоструктуры Терско-Кумской впадины выделяется в отдельный гидрогеолого-мелиоративный район благодаря специфическим условиям, обусловленным сплошным распространением здесь лёссового покрова, обладающего просадочными свойствами. Аккумулятивные аллювиально-лёссовые равнины получили широкое распространение в западной части Терско-Кумского междуречья, а также по левобережью р. Кумы от г. Георгиевска до Восточного Маныча. Формирование этих равнин происходило в течение всего четвертичного периода за счет аккумуляции лагунных, аллювиальных и субаэральных осадков. Последние представлены покровными лёссовыми породами верхне- и среднечетвертичного возраста. Мощность покрова довольно значительна. По некоторым данным, она достигает 40 *м* (Балаев, Царев, 1964), по другим сведениям, — 90 *м* (Шпильберг, 1964). Залегают они на песчаных глинах с прослоями песков и галечников.

Аллювиально-лёссовые равнины расчленены довольно глубоко врезанной речной, балочной и овражной сетью. Они имеют слабоволнистую поверхность и асимметричное строение водоразделов. Из современных физико-геологических процессов, участвующих в формировании рельефа, следует упомянуть суффозионные и эрозионные процессы.

В гидрогеологическом отношении район характеризуется значительной глубиной залегания грунтовых вод (на водоразделах до 50 *м*).

В этом гидрогеолого-мелиоративном районе получило развитие

орошение на просадочных грунтах, базирующееся на системе Терских каналов.

Водозабор для Терских каналов осуществлен из рек Баксана и Малки. Расчетный расход головного сооружения на Малке, после его реконструкции, составил 18 *м*³/*сек*. Отсюда вода по Куро-Марьинскому каналу поступает в Курганенское водохранилище на р. Куре. Из него берет начало магистральный Левобережный канал с головным расходом (после реконструкции сооружения в 1960 г.) 12 *м*³/*сек*. Уже в первые недели эксплуатации канала Малка—Кура (1932 г.) обозначились на нем интенсивные просадки, которые продолжались вплоть до 1938 г. Просадки носили характер провальных явлений с вертикальным перемещением грунта до 2 *м*. Ширина полосы просадок вдоль канала достигала 250 *м*. В особо тяжелом положении в связи с просадками оказался Второй Сухопадинский канал, который в течение ряда лет в связи с этим был выключен из эксплуатации. Если коэффициент полезного действия большинства каналов составлял примерно 0,50, то по Сухопадинскому каналу он не превышал 0,24.

Следует отметить, что, несмотря на длительную эксплуатацию отдельных звеньев оросительной системы, существенного подъема грунтовых вод ни на массивах орошения, ни под каналами не было установлено. Практика орошения на просадочных грунтах потребовала проведения ряда таких дополнительных мероприятий, как планировка площадей после поливного сезона, снижение оросительных и поливных норм, изменение режима работы оросительной сети, снижение уклонов дна каналов, изменение конструкций сооружений и др.

ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫЕ РАВНИНЫ СМЕШАННОГО ГЕНЕЗИСА

Этот геоморфологический комплекс окаймляет широкой полосой с запада, севера и востока Ставропольское поднятие. Он представляет собой переход от морфоструктуры платформенных поднятий к морфоструктуре платформенных прогибов. Рельеф рассматриваемой территории расчленен сравнительно глубоко врезавшимися террасированными речными долинами и довольно густой сетью балок. Межбалочные пространства образуют слабоволнистые степи, полого падающие веерообразно к западу, северу и востоку.

В геологическом строении района принимают участие покровные лёссовидные суглинки. Мощность их закономерно возрастает с удалением от Центрального Ставропольского поднятия и достигает на его периферии 20 *м*.

Залегает этот покров главным образом на размытой поверхности толщи красноцветных глин армавирской свиты, верхние слои которых выражены чередованием песков и красноцветных глин.

Просадочные свойства суглинков при проведении гидромелиоративных мероприятий или совсем не проявляются, или носят локальный характер (с. Дивное) и ведут лишь к небольшим деформациям.

Грунтовые воды до развития орошения в пределах водораздельных пространств залегали на глубинах до 20 *м*, а в тальвегах балок — до 5—10 *м*. В послевоенные годы в северо-западной и северной частях гидрогеолого-мелиоративного района широко развернулось строительство Право-Егорлыкской обводнительно-оросительной системы, которое было закончено в 1960 г. Общая площадь орошения этой системы достигла 32,9 тыс. *га*, а протяженность ее магистрального канала 124 *м*. Водозабор осуществляется из Ново-Троицкого водохранилища на р. Егорлыке. Работа Право-Егорлыкского магистрального канала ха-

рактеризуется высокими коэффициентами полезного действия — 0,88 (июль 1961 г.) и даже 0,95 (май 1962 г.).

Уже в первые годы эксплуатации стали появляться признаки подтопления прилегающей территории, общая зарегистрированная площадь которой составила на сентябрь 1962 г. 4555 *га*.

Рост заболоченных площадей на системе будет иметь место и в последующие годы. Мероприятия по борьбе с подтоплением, проводившиеся до сих пор, заключались в устройстве горизонтальных дренажей открытого и закрытого типов с глубиной посадки дрены на 3 *м* от поверхности земли. Эти работы осуществлялись в ходе эксплуатации системы вслед за появлением заболачивания. При их проведении отсутствовали единый план и общая увязка. Расходы отдельных дренажных линий колеблются в больших пределах и составляют в среднем 4 *л/сек* на 1 *пог. км* дрены.

Таким образом, в гидромелиоративном отношении район характеризуется, с одной стороны, небольшими фильтрационными потерями, а с другой — существенным подъемом уровня грунтовых вод, сопровождаемым явлениями подтопления территории.

АККУМУЛЯТИВНО-ЭРОЗИОННЫЕ ПЛИОЦЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ РАВНИНЫ АЗОВО-КУБАНСКОЙ ВПАДИНЫ

Эти равнины получили развитие в северной части Азово-Кубанской впадины, к западу от периферии Ставропольского поднятия. Формирование их происходило в плиоцене, в условиях постепенного прогибания впадины, а также в четвертичное время, под влиянием последующего слабого поднятия. Здесь получили широкое развитие лёссовидные покровные суглинки с более тяжелым гранулометрическим составом, чем в восточной части Предкавказья. Присутствие в толще суглинков погребенных почвенных горизонтов позволяет установить в них три яруса аккумуляции. Суглинки залегают на верхнеплиоценовых красных (скифских) глинах, которые в свою очередь покоятся на мощной толще пресноводных отложений плиоцена.

Равнины расчленены сетью степных рек, текущих в северо-западном направлении (реки Бейсуг, Челбас). Речные долины полностью прорезают всю толщу суглинков лишь на отдельных участках. В таких местах на поверхность выступают красноцветные скифские глины.

Грунтовые воды залегают в толще суглинков на относительно небольших глубинах: 2—5 *м* от поверхности земли в южной части района и до 10 *м* — в северной. Минерализация их небольшая, постепенно увеличивающаяся в направлении движения грунтового потока.

В описываемом районе гидромелиоративные мероприятия и, в частности, орошение не получили сколько-нибудь значительного развития. Одной из причин этого является необеспеченность территории мощными водными ресурсами.

Отсутствие просадочных явлений в покровных суглинках при замачивании под собственным их весом, значительная мощность почвенного покрова, не подвергшегося процессам вторичного засоления, спокойный рельеф дневной поверхности при незначительных общих ее уклонах — все это создает благоприятные условия для развития орошения на водораздельных пространствах.

Однако неглубокое залегание грунтовых вод в ряде случаев требует применения инженерной защиты территории от подтопления и дренирования орошаемых площадей.

АККУМУЛЯТИВНО-АЛЛЮВИАЛЬНО-ЛЁССОВЫЕ РАВНИНЫ ЮЖНОЙ ЧАСТИ КУБАНСКОЙ ВПАДИНЫ

Этот геоморфологический район получил распространение в пределах правобережья р. Кубани, на участке от г. Кропоткина до ст. Марьинской. Северо-восточной границей его служит долина р. Бейсуга, западной — контуры современной дельты Кубани.

Аллювиально-лёссовые равнины прорезаются в северо-западном направлении небольшими степными речками (Бейсуг, Бейсужек, Кирпили). Они имеют широкие и плоские долины, в пределах которых местами прослеживается верхнечетвертичная терраса. Пойма этих рек обычно заболочена. Здесь так же, как и в предыдущем районе, получил широкое распространение мощный покров непросадочных лёссовидных суглинков. Толща их покоится на разнозернистых песках нижнечетвертичной террасы р. Кубани. В некоторые годы отдельные участки подвергались заболачиванию.

Грунтовые воды имеют почти сплошное распространение в суглинках. Глубины залегания их на водоразделах составляют 3 *м* и 1 — 3 *м* в понижениях рельефа. Минерализация вод весной невелика и снижается иногда до 0,8 *г/л*, а в летний период достигает местами 4 *г/л*. Годовая амплитуда колебаний уровней грунтовых вод составляет 1—2 *м*. Максимум приходится на март, минимум — на сентябрь. Общие уклоны зеркала грунтовых вод незначительны.

В этом гидрогеолого-мелиоративном районе ввиду близости грунтовых вод к дневной поверхности многие отдельные участки нуждаются в мероприятиях по осушению.

В пределах административных районов Ново-Титаровка и Калининском в настоящее время осуществляются работы по осушению отдельных участков на общей площади 84 тыс. *га*. В ближайшие годы площади осушеных земель должны быть доведены до 150 тыс. *га*.

В целом данный гидрогеолого-мелиоративный район также является достаточно благоприятным для развития здесь орошения как под рис, так и под другие культуры. Однако здесь потребуется не только защита территории от подтопления, но и сплошной дренаж всех орошаемых площадей.

ПРЕДГОРНЫЕ И МЕЖГОРНЫЕ НАКЛОННЫЕ ТЕРРАСИРОВАННЫЕ РАВНИНЫ

Предгорные и межгорные наклонные равнины Северного Кавказа занимают полосу предгорий от р. Белой на западе до р. Сунжи на востоке. Северной границей территории служит широтный отрезок р. Кубани, в нижнем ее течении, и р. Малки, на участке выше ее впадения в р. Терек, а также Передовые третичные хребты Предкавказья. Южную ее границу образуют современные выходы на поверхность верхнемеловых, а местами и третичных пород Кавказа. В состав наклонных равнин предгорий входят: Кубанская, Кабардинская, Северо-Осетинская и Сунженская.

В особом положении находится Минераловодская террасированная равнина, которую обычно относят к предгорным наклонным равнинам. Однако формирование Минераловодской равнины проходило не в условиях погружения и аккумуляции осадков, а наоборот, хотя при слабых, но восходящих поперечных движениях Эльбрус-Ставропольского

поднятия и при существенном преобладании эрозионных процессов над аккумулятивными. Таким образом и условия для гидромелиораций здесь оказались иными. По этим причинам, Минераловодская равнина выделена в особый гидрогеолого-мелиоративный район.

Все предгорные наклонные равнины террасированы. Террасы имеют относительно ровную, слегка наклоненную к северу, поверхность.

Аллювио-пролювий, из которого сложены предгорные и межгорные наклонные равнины, представляет собой в основном песчано-галечниковый материал. Иногда присутствуют в нем крупные валуны. Мощность этих отложений весьма значительна и достигает нескольких сотен метров. Кверху песчано-галечниковые отложения переходят в маломощный более или менее гумусированный слой супеси.

Грунтовые воды в пределах наклонных равнин залегают на различных глубинах. Непосредственно за выходом реки из коренной долины они значительно погружаются и находятся здесь в интервалах глубин 40—70 *м*. Вниз по течению глубина их залегания уменьшается. Уровень грунтовых вод здесь приближается непосредственно к дневной поверхности, а еще несколько ниже можно проследить на местности уже зону их выходов в виде родников (область разгрузки водоносного горизонта). Минерализация грунтовых вод не превышает 1 *г/л*.

Гидрогеолого-мелиоративные условия района в целом следует расценивать как достаточно благоприятные для широкого развития здесь орошения. Этому способствуют: 1) относительно несложные условия водозабора из естественных водотоков и транспортировки воды каналами к полям орошения; 2) общее достаточно большое падение рельефа местности, чем облегчаются возможности подачи воды на орошаемые площади и устройство самотечных сбросов в естественные водотоки; 3) сравнительно большая глубина залегания грунтовых вод, а также благоприятные условия их оттока. Вследствие этого отпадает необходимость устройства дренажа на массивах орошения и проведения мероприятий по защите территории от подтопления.

К числу условий, затрудняющих развитие здесь орошения, следует отнести сравнительно высокую фильтрационную способность песчано-галечниковых грунтов, что, при отсутствии противофильтрационных мероприятий на системах, ведет к снижению их коэффициента полезного действия.

В настоящее время здесь действует 46 оросительных систем общей площадью орошения 80 тыс. *га*. Эти площади разбиты на небольшие участки. Системы имеют примитивно построенные водозаборные сооружения и концевые сбросы.

Коллекторно-сбросная сеть на этих площадях, как правило, отсутствует. В общем, эти системы нельзя относить к сооружениям инженерного типа. Данных о фактическом суммарном водозаборе на орошение не имеется. Ориентировочно он составляет около 90 $м^3/сек$. Источником питания служат реки Малка, Баксан, Чегем, Аргун, Асса, Сунжа, Белая, Лаба и др. Из общей орошаемой площади нуждается в реконструкции примерно 47 тыс. *га*. Коэффициент полезного действия оросительных систем составляет всего 0,4—0,5.

Принимая осредненное значение к. п. д. для всех систем района за 0,4 и считая условно, что за период вегетации примерно 50% головных расходов магистральных каналов сбрасывается обратно в реки, приходим к выводу, что грунтовые воды получают в поливной сезон дополнительное питание от орошения в количестве 18 $м^3/сек$ со всей площади, или в пересчете на один гектар — 0,23 *л/сек*.

МИНЕРАЛОВОДСКАЯ ТЕРРАСИРОВАННАЯ РАВНИНА С ОДИНОКИМИ ВУЛКАНИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ РЕЛЬЕФА

Минераловодская террасированная равнина входит в состав предгорий Большого Кавказа и относится некоторыми авторами (Сафронов, 1960) к области предгорных наклонных равнин. Она приурочена в основном к речной сети бассейна р. Кумы.

Галечниковый аллювий на этих террасах также является маломощным. Нередко он полностью смыт или прикрыт суглинистым делювиальным чехлом.

Здесь прослеживаются уровни 5 основных речных террас (Сафронов, 1960) с относительной высотой от 20—30 до 235—245 *м*.

Грунтовые воды на небольших глубинах имеют сплошное распространение лишь в пределах поймы и низких ступеней I террасы. Они имеют хороший естественный дренаж и небольшую минерализацию. На высоких цокольных террасах с делювиальным чехлом, состоящим в большинстве случаев из тяжелых суглинков, грунтовые воды залегают спорадически и на разных глубинах.

Для развития орошения в данном гидрогеолого-мелиоративном районе не имеются благоприятные условия лишь в пределах поймы и низких ступеней I террасы. Спокойный, с небольшим уклоном рельеф, наличие естественного дренажа, обеспечивающего отток ирригационно-грунтовых вод, маломощный суглинистый покров, под которым залегает хорошо фильтрующий слой — все это обеспечивает хорошие условия для развития здесь орошаемого земледелия.

В бассейне р. Кумы, выше г. Георгиевска, орошается в настоящее время всего лишь 3340 *га*. Орошаемая площадь состоит из многочисленных мелких участков. Все они приурочены главным образом к низким ступеням I террасы. Что касается высоких террас и остальных площадей района, то следует отметить, что сложный их рельеф позволяет считать эти территории на ближайшее десятилетие бесперспективными для развития орошаемого земледелия.

СИНКЛИНАЛЬНЫЕ ДЕПРЕССИИ И АНТИКЛИНАЛЬНЫЕ ХРЕБТЫ С ЛЁССОВЫМ ДЕЛЮВИАЛЬНО-ПРОЛЮВИАЛЬНЫМ ПОКРОВОМ. ВЫСОКАЯ НИЖНЕЧЕТВЕРТИЧНАЯ ТЕРРАСА Р. ТЕРЕКА

Рассматриваемый гидрогеолого-мелиоративный район объединяет два смежных геоморфологических района, общей чертой для которых является распространение мощного лёссового покрова с просадочными свойствами и глубокое (до 70 *м*) залегание первого от поверхности горизонта грунтовых вод. Сюда входят: широкая Алханчуртская депрессия, часть склонов Передовых хребтов (в пределах развития лёссового покрова), а также примыкающая к Терскому хребту с севера нижнечетвертичная терраса, ширина которой изменяется от 4 до 11 *км*, а высота уступа над поймой Терека достигает 50—60 *м*.

На дислоцированных отложениях неогена залегает песчано-галечниковый аллювий нижнечетвертичного возраста, перекрываемый в свою очередь толщей лёссовых пород делювиально-пролювиального происхождения. Мощность покрова значительна, в некоторых случаях она достигает 70 *м* и более.

Характерным элементом рельефа с лёссовым покровом являются просадочные блюдца, располагающиеся на местности нередко цепочкой.

Таблица 80

Гидрогеолого-мелиоративное районирование территории Северного Кавказа

Гидрогеолого-мелиоративные районы	Морфогенетические типы территории как основа гидрогеолого-мелиоративного районирования		Распространение	Среднегодовые осадки, *мм*	Генетическая характеристика (условия формирования)	Типы и формы рельефа	Геологическое строение	Гидрогеологические условия	Гидрогеолого-мелиоративная характеристика района
	I-го порядка	II-го порядка							
I	Современные дельтово-аллювиальные равнины	Верхнечетвертичная терраса ниже г. Краснодара на участке погружения террасы под современный аллювий	Современная и более древняя дельта р. Кубани	От 332 (Тамань) до 558 (ст. Славянская)	Формирование в условиях новейших погружений и аккумуляции осадков при сложном взаимодействии реки и моря	Сложная система действующих и отмерших рукавов, сопровождающие их гряды и межгрядовые понижения. Превышение горизонтов в реке над понижениями	Неправильное и частое чередование мелко- и разнозернистых песков с песчаными и иловатыми глинами аллювиального происхождения	Залегание грунтовых вод на глубинах от 0 до 3 *м*. Ничтожные уклоны зеркала грунтовых вод в сторону Азовского моря. Подпор со стороны последнего. Питание за счет фильтрации из русел и при затоплении. Расходные статьи водного баланса — испарение, транспирация. Высокая возрастающая в сторону моря минерализация грунтовых вод (до 70 *г/л*)	Построены и эксплуатируются крупные ирригационные рисовые системы на общей площади 53 тыс. *га*. Гидромелиоративное состояние орошаемых земель не вызывает опасений. Развитие орошения требует полного зарегулирования паводковых расходов Кубани, усиления существующей оградительной линии валов и обеспечения новых массивов орошения дренажной сетью
II	Современные дельтовые аллювиально-морские равнины	Береговая полоса Каспия	Современная дельта Терека и Сулака, а также Аксая и Акташа	От 287 (ст. Александрийская) до 457 (станица Шелковская)	Формирование в условиях широкого плоскодонного прогиба, образовавшегося в верхнехвалынское и послехвалынское время, и аккумуляции речных и морских осадков	Те же типы и формы, что и в I районе и, кроме того, береговые, грядовые дюны	Неправильное частое чередование мелких и разнозернистых песков, песчаных и иловатых глин аллювиального или морского происхождения	Те же, что и в I районе	Район древнего орошаемого земледелия. В настоящее время орошается 157,5 тыс. *га*. Техническое состояние большинства оросительных систем неудовлетворительное из-за отсутствия на поливных землях дренажа и невозможности его устройства на самотек
III	Хвалынские аккумулятивно-морские равнины	Озерно-аллювиальные равнины, частично переработанные эоловыми процессами	Западная граница — меридиан Моздок — Правокумское, восточная — р. Сулу — Чубутла, южная — р. Терек, северная — р. Кума	От 291 (ст. Карагалинская) до 469 (г. Моздок)	Формирование в условиях продолжающегося погружения Терско-Кумской впадины. Последующая переработка отдельных участков под воздействием эоловых и эрозионно-аккумулятивных процессов	Плоская слабонаклонная равнина местами взбугренная. Пересекается действующими или остаточными руслами рек, не имеющих здесь своих долин. Относительная высота неровностей в рельефе достигает 10 *м*	Нижне- и верхнехвалынские морские, а также послехвалынские озерно-аллювиальные и эоловые образования, представленные мелкозернистыми песками и песчаными глинами	Грунтовые воды вне бугров залегают на глубинах 1—4 *м*, на буграх — до 10 *м*. Общее падение зеркала грунтовых вод — к СВ. Средний его уклон 0,0008. Минерализация значительно повышается в северо-восточном и восточном направлениях и доходит до 96 *г/л*. Разгрузка идет за счет испарения и транспирации	Орошается 37,5 тыс. *га*. В ближайшие годы поливные земли должны возрасти до 163 тыс. *га*. Развитие орошения требует строительства магистральных коллекторов, дренажа орошаемой территории и инженерной защиты от подтопления смежных площадей. По условиям рельефа потребуется применение на дренажно-сбросной системе машинного водоподъема

Гидрогеолого-мелиоративные районы	Морфогенетические типы территории как основа гидрогеолого-мелиоративного районирования		Распространение	Среднегодовые осадки, *мм*	Генетическая характеристика (условия формирования)	Типы и формы рельефа	Геологическое строение	Гидрогеологические условия	Гидрогеолого-мелиоративная характеристика района
	I-го порядка	II-го порядка							
IV	Аккумулятивные аллювиально-лёссовые четвертичные равнины Терско-Кумского междуречья и левобережья р. Кумы	—	Западная часть Терско-Кумского междуречья и левобережья р. Кумы, к востоку от меридиана г Георгиевска	От 391 (г. Прикумск) до 438 (с. Воронцово-Александровское)	Формирование в течение всего четвертичного периода за счет аккумуляции лагунных, аллювиальных и субаэральных осадков	Поверхность равнины слабоволнистая с асимметричным строением водоразделов. Блюдцеобразные понижения просадочного происхождения на повышенных элементах рельефа	Лёссовидные суглинки. Лёссы с переходами к супесям. Присутствие погребенных почвенных горизонтов	Грунтовые воды залегают глубоко (на водоразделах — на глубине до 50 *м*)	Орошается 16 тыс. *га*. Затруднения в развитии орошения создают просадочные явления. Требуется повторная, а иногда и многократная планировка деформированных площадей, снижение поливных норм, изменение режима работы оросительных систем, уменьшение уклонов дна каналов, где идет размыв в глубину и т. д.
V	Эрозионно-аккумулятивные равнины смешанного генезиса	Эрозионные, частью аккумулятивные террасы малых рек (притоки рек Егорлыка, Кумы)	Западная, северная и восточная периферия Ставропольского поднятия	От 378 (с. Благодарное) до 531 (с. Ново-Александровское)	Формирование в плиоцене и частично в четвертичное время при восходящих и нисходящих движениях земной коры и интенсивных эрозионных процессах	Равнины расчленены сравнительно глубоко врезавшимися террасированными речными долинами и довольно густой сетью балок и оврагов	Покровные неоднородные, иногда неяснослоистые лёссовидные суглинки. Залегают на размытой поверхности красноцветных глин армавирской свиты	Грунтовые воды на водоразделах находятся на глубинах до 20 *м*, в тальвегах балок — 5—10 *м*. Имеют повышенную минерализацию	Орошается 32 тыс. *га*. Дренажная сеть на полях орошения отсутствует. Наблюдается систематический подъем грунтовых вод и рост подтопленных площадей. Мероприятия по ликвидации подтопления, осуществляемые на практике, заключаются в устройстве дренажных линий по мере надобности
VI	Аккумулятивно-эрозионно-лёссовые плиоценово-четвертичные равнины Азово-Кубанской впадины	Речные террасы степных рек	Северная часть Азово-Кубанской впадины	От 444 (станица Степная) до 610 (г. Краснодар)	Формирование в плиоцене в условиях постепенного прогибания впадины и в четвертичное время под влиянием последующего слабого поднятия	Равнины расчленены сетью степных рек с широкими долинами и пологими склонами	Сверху залегают лёссовидные покровные сравнительно мощные непросадочные или слабо просадочные суглинки с тремя ярусами аккумуляции. Подстилаются красными скифскими глинами	Грунтовые воды залегают в толще суглинков на небольших глубинах в южной части района и до 10 *м* — в северной. Минерализация их увеличивается постепенно к северу	В ближайшие годы намечено создать здесь орошаемое земледелие на площади 115 тыс. *га* путем строительства Лево-Егорлыкского канала. Общие условия развития орошения благоприятные. Однако неглубокое залегание грунтовых вод в ряде случаев потребует дренирования поливных земель и инженерной защиты территории от подтопления.

Гидрогеолого-мелиоративные районы	Морфогенетические типы территории как основа гидрогеолого-мелиоративного районирования		Распространение	Среднегодовые осадки, *мм*	Генетическая характеристика (условия формирования)	Типы и формы рельефа	Геологическое строение	Гидрогеологические условия	Гидрогеолого-мелиоративная характеристика района
	I-го порядка	II-го порядка							
VII	Аккумулятивно-аллювиально-лёссовые равнины южной части Азово-Кубанской впадины	Правобережные верхнечетвертичные террасы р. Кубани в ее низовьях	Правобережье р. Кубани на участке от г. Кропоткина до ст. Марьинской	От 558 (ст. Славянская) до 610 (г. Краснодар)	Формирование в четвертичное время при постепенном прогибании Азово-Кубанской впадины	Плоские равнины расчленены широкими неглубокими долинами рек Бейсуг, Бейсужка, Кирпили и др	Мощный покров непросадочных лёссовидных суглинков залегает на разнозернистых песках нижнечетвертичной террасы г Кубани	Грунтовые воды имеют сплошное распространение в суглинках на небольших глубинах В западной части района они подходят непосредственно к дневной поверхности, в восточной на водоразделах глубина их залегания 3—4 *м*	Земледелие требует проведения на некоторых массивах осушительных мероприятий Ведутся работы по осушению 84 тыс *га*
VIII	Предгорные и межгорные наклонные терраснированные равнины	Полоса предгорий Сев. Кавказа	Полоса предгорий Сев. Кавказа от р. Белой на западе до р. Сунжи на востоке	От 475 (с. Баксан) до 908 (г. Орджоникидзе)	Формирование в условиях интенсивного накопления пролювиально-аллювиального материала на участке выходов многочисленных горных рек из своих глубоких долин в область синклинальных или моноклинальных погружений	Пойма с системой рукавов — водотоков Значительное распространение имеют также верхнечетвертичные междуречные террасы	Пролювио-аллювий наклонных равнин состоит из песчано-галечникового материала, нередко с крупными валунами	Грунтовые воды в наиболее высоких местах равнины находятся на глубине 40—70 *м*, в низких местах имеются выходы их на поверхность	Функционируют 46 оросительных систем общей площадью 80 тыс *га* Развитию орошения способствуют несложные условия водозабора и подачи воды на орошаемые поля, а также сравнительно большая глубина залегания грунтовых вод, отсутствует угроза подтопления и вторичного засоления Неблагоприятным фактором служит повышенная фильтрационная способность грунтов
IX	Минераловодская терраснированная равнина	Пятигорье с одинокими вулканическими формами рельефа	Верховья р. Кумы и ее притоков на участке выше г. Георгиевска	От 452 (г. Минеральные Воды) до 599 (Кисловодск)	Формирование в плиоцене и в четвертичное время в условиях слабых восходящих поперечных движений и при значительном преобладании эрозионных процессов над аккумулятивными	Преобладают 5 речных террас Пойма имеет небольшую ширину	Современный аллювий имеет мощность около 4 *м* Цоколи представлены породами третичного возраста	Грунтовые воды имеют сплошное распространение в пойме на глубинах 1—3 *м* В местах, где делювиальный чехол достигает значительной мощности, они имеют спорадическое распространение	Всего орошается 3340 *га* Поливные земли состоят из мелких участков, обычно в несколько десятков гектар каждый Все они приурочены к нижним ступеням 1-й террасы

Продолж. табл. 81

Гидрогеолого-мелиоративные районы	Морфогенетические типы территории как основа гидрогеолого-мелиоративного районирования		Распространение	Среднегодовые осадки, *мм*	Генетическая характеристика (условия формирования)	Типы и формы рельефа	Геологическое строение	Гидрогеологические условия	Гидрогеолого-мелиоративная характеристика района
	I-го порядка	II-го порядка							
X	Синклинальные депрессии и антиклинальные хребты с лессовым делювиально-пролювиальным покровом Высокая терраса р Терека	—	Алханчуртская долина. Высокая терраса р. Терека на участке примыкания ее к Терскому хребту (Надтеречная плоскость)	От 489 (г. Грозный) до 554 (ст Вознесенская)	Формирование Алханчуртской долины происходило главным образом в плиоцене в результате неотектонических процессов Лессовый покров образовался в четвертичное время и имеет делювиально-пролювиальное происхождение	Долина Алханчурт имеет корытообразную форму, которая отражает прямую связь рельефа с тектоникой. Склоны прорезаны глубокими оврагами. Среднечетвертичная терраса обрывается в сторону Терека крутым уступом относительной высотой 50—60 *м*	Мощная толща лёссовых пород делювиального происхождения залегает или непосредственно на дислоцированных породах неогена или же на песчано-галечниковом аллювии нижнечетвертичной террасы	Грунтовые воды залегают на глубине 40—70 *м* в восточной части района и 15—20 *м* — в западной	Орошается всего 10 900 *га*. Развитие орошения затруднено из-за интенсивных просадок на существующей системе (АМООС) и в первую очередь по ее западной ветви. Есть случаи подъема грунтовых вод на отдельных участках в связи с орошением. Требуется периодическая планировка орошаемых площадей, проведение мероприятий по борьбе с фильтрацией, снижение поливных норм путем перехода на дождевание
XI	Глубоко расчлененный рельеф центральной части Ставропольского поднятия	—	Центральная часть Ставропольского поднятия	От 478 (ст Курсавка) до 663 (г Ставрополь)	Формирование рельефа платформенного поднятия происходило в плиоцене и продолжалось в четвертичное время в результате восходящих движений и эрозионно-денудационных процессов	Останцовые возвышенности с плоскими вершинами. Глубина долин речных систем достигает 300 *м*. Склоны имеют структурно-ступенчатый характер	В естественных обнажениях преобладают выходы миоценовых глин. Делювиальный чехол, а нередко и аллювий речек и балок состоят также из глинистых разностей	Пластовые воды приурочены к отдельным стратиграфическим горизонтам. Грунтовые воды в делювии залегают спорадически и на разных глубинах	XI район непригоден для широкого развития орошения из-за неблагоприятного рельефа и тяжелого глинистого состава делювиального и аллювиального покрова

Грунтовые воды в пределах описываемого гидрогеолого-мелиоративного района залегают на относительно больших глубинах, возрастающих в восточном направлении от 15—18 до 50 *м* и более.

Гидромелиоративные мероприятия в этом районе заключаются главным образом в постоянном расширении орошаемого земельного фонда. Здесь построены и эксплуатируются две оросительно-обводнительные системы: Мало-Кабардинская, обслуживающая хозяйства высокой Терской террасы, и Алханчуртская, орошаемые площади которой находятся в одноименной долине.

Мало-Кабардинская обводнительно-оросительная система (МКООС) строилась в период с 1924 по 1933 г. Первая ее очередь была пущена в эксплуатацию в 1929 г.

Водозаборные сооружения МКООСа находятся на р. Тереке у сел. Майского. Отсюда вода транспортируется магистральным каналом длиной 32,3 *км* (до сброса в р. Куру).

Расчетный расход водозаборного сооружения составляет 22 $м^3/сек$. Просадочные явления существенным образом отразились на работе ирригационной системы. Как отмечает Н. А. Кириенко (1957 г.), на постоянно действующих каналах интенсивные просадки продолжались в течение 2—3 лет после начала эксплуатации.

Деформации просадочного характера наблюдались и на полях орошения. Коэффициент полезного действия ирригационной системы не является величиной постоянной и в значительной мере зависит от технического состояния ее и от способов эксплуатации. По данным за

1943 г., к. п. д. системы не выходил за пределы 0,35. По более поздним сведениям, он увеличился до 0,45—0,5.

В настоящее время ведутся работы по строительству крупной ирригационной системы на просадочных грунтах с Надтеречным магистральным каналом. По существу, этот канал является продолжением Мало-Кабардинского канала в пределах той же высокой террасы Терека в ее восточной части.

Алханчуртская межрайонная обводнительно-оросительная система (АМООС) была построена в 1929—1939 гг. для орошения 20,9 тыс. *га*. Фактически же ее орошаемый фонд в 1963 г. составил всего лишь 10,9 тыс. *га*. Недостаточное освоение площадей в данном случае объясняется трудностями, возникшими из-за просадок как на каналах, так и на массивах орошения.

Головное водозаборное сооружение АМООСа находится на р. Тереке, в 15 *км* южнее г. Орджоникидзе. Отсюда магистральным каналом протяженностью 64 *км* вода транспортируется к вододелителю. Расчетный головной расход канала составляет 17,5 $м^3/сек$. От вододелителя отводят две ветви — восточную и западную. Первая из них проложена в нижней части южного склона Терского хребта, а вторая — по тому же склону, но на более высоких отметках. Протяженность восточной ветви составляет 116 *км*, западной — 64 *км*. Последняя должна была обеспечить орошение 12,4 тыс. *га*, а фактически (из-за просадок) орошается всего лишь 440 *га*.

Орошение в гидрогеолого-мелиоративном районе в целом получило в настоящее время сравнительно широкое распространение. Имеются к тому же достаточно благоприятные перспективы для дальнейшего его развития. Однако на действующих оросительных системах отсутствуют какие-либо мероприятия по борьбе с фильтрацией, по упорядочению режима орошения и т. д. Этим объясняются сравнительно низкие (0,45—0,5) коэффициенты полезного действия систем.

Таким образом, при фактическом общем водозаборе двумя системами, равном 1,230 млн. $м^3$, около 600—700 млн. $м^3$ воды расходуется ежегодно непроизводительно главным образом на питание грунтовых вод. Однако эти потери не вызывают существенного ухудшения гидромелиоративного состояния орошаемых земель.

ГЛУБОКО РАСЧЛЕНЕННЫЙ РЕЛЬЕФ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СТАВРОПОЛЬСКОГО ПОДНЯТИЯ

Этот морфогенетический тип платформенных поднятий выделяется в особый гидрогеолого-мелиоративный район. Он характеризуется крайне неблагоприятными условиями орошения, что связано с расчлененностью рельефа. Делювиальные образования, имеющие здесь широкое распространение, носят глинистый характер. Аллювий также содержит значительное количество глинистых частиц, что затрудняет условия оттока ирригационно-грунтовых вод. Собственно же грунтовые воды развиты спорадически. Общая минерализация их часто высокая. Все это, вместе взятое, свидетельствует о том, что центральная часть Ставропольского поднятия непригодна для проведения в широких масштабах гидромелиоративных мероприятий (табл. 80).

Глава XI

ОХРАНА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

В связи с широким развитием промышленности и сельского хозяйства, ростом городов и поселков на территории Северного Кавказа в значительной степени возросла эксплуатация подземных вод, служащих одним из основных источников водоснабжения. Дальнейшее увеличение водоотбора может повлечь за собой нарушение режимов эксплуатационных водоносных горизонтов (сработку пьезометрических уровней, изменение минерализации и химического состава вод) и, следовательно, снижение производительности водозаборов и ухудшение качества отбираемых вод. Поэтому оценка перспектив водоснабжения за счет подземных вод какого-либо района должна производиться с учетом гидродинамических особенностей эксплуатационного водоносного горизонта, обеспечивающих длительное рациональное использование вод.

Увеличение водоотбора часто обусловливает не только образование районных депрессионных воронок, но и очагов загрязнения подземных вод путем подтока вод вышележащих водоносных горизонтов неудовлетворительного качества. Наиболее подвержены загрязнению грунтовые воды неглубокой циркуляции.

Источниками загрязнения и заражения поверхностных и грунтовых вод на описываемой территории являются отработанные воды промышленных и сельскохозяйственных предприятий, а также сточные воды городов и мелких населенных пунктов, сбрасываемые без предварительной очистки в открытые водоемы, реки, сухие балки и на поля фильтрации и орошения.

Контроль за общим санитарно-техническим состоянием водозаборных сооружений, их рациональным размещением в пределах Северного Кавказа осуществляется главным образом Северо-Кавказским геологическим управлением, которое в пределах Краснодарского и Ставропольского краев, Кабардино-Балкарской, Северо-Осетинской, Чечено-Ингушской и Дагестанской автономных республик при своих геологических экспедициях организовало группы охраны подземных вод. Этими группами в период с 1960 по 1965 г. произведено обследование всех водозаборных сооружений с целью выявления их общего количества, санитарно-технического состояния. По состоянию на 1/I 1965 г. на Северном Кавказе имелось 9425 водозаборных сооружений, представленных 6985 скважинами, 1916 колодцами и 524 каптированными родниками.

Количество действующих скважин составляет 5483 (78,5%), а бездействующих 1502 (21,5%). Среди действующих скважин работали на режиме самоизлива 2420 (44,1%) и с принудительным отбором воды 3063 (55,9%), а среди бездействующих подлежали ликвидации 600 (40%), находились на временной консервации 462 (30,6%), нуждались в проведении ремонтно-восстановительных работ 298 (20%) и были ликвидированы 142 (9,4%).

Истощение подземных вод. Краснодарский край. Основными источниками хозяйственно-питьевого водоснабжения в крае являются подземные воды четвертичных и неогеновых отложений. Наибольшими эксплуатационными запасами обладают киммерийский, надпонтический и краснодарский водоносные горизонты. Суммарные эксплуатационные запасы подземных вод отложений неогена составляют 36—40 *м*³/*сек*, а четвертичных 2—3 *м*³/*сек*. По имеющимся данным, все основные эксплуатирующиеся водоносные горизонты в настоящее время отличаются устойчивым режимом. Тем не менее концентрирование на ограниченных площадях значительного количества водозаборных сооружений с интенсивным отбором подземных вод способствует созданию районных депрессионных воронок. Так, по данным Азово-Кубанской режимно-наблюдательной партии при Краснодарской комплексной геологической экспедиции СКГУ за последние годы пьезометрический уровень краснодарского водоносного горизонта понизился на 20 *м*, киммерийского — на 8 *м* (Приморско-Ахтырский район), сарматского — на 6 *м* (г. Кропоткин). Этому способствует также бесхозяйственное расходование подземных вод по 17 скважинам шести районов края, из которых бесполезно изливается на поверхность более 3300 *м*³/*сутки*.

Ставропольский край. Основной отбор подземных вод в крае для хозяйственно-питьевого водоснабжения производится из четвертичных и неогеновых водоносных горизонтов. Эксплуатационные запасы подземных вод четвертичных отложений в равнинной части территории составляют несколько более 6 *м*³/*сек*, а неогеновых 25—30 *м*³/*сек*. Вследствие не всегда рационального размещения водозаборов на отдельных участках отмечается некоторое падение напоров и дебитов, что видно из табл. 81.

В настоящее время в отдельных водоносных горизонтах пьезометрические уровни в водозаборах понизились до предельно возможной глубины их водоподъема при существующих конструкциях водозаборных сооружений. Этому в значительной степени способствует также бесхозяйственный расход пресных подземных вод по 80 скважинам восьми районов края с общим расходом до 28 тыс. *м*³/*сутки*.

Кабардино-Балкарская АССР. В горной части республики используются для водоснабжения главным образом воды поверхностного стока. В равнинной части водоснабжение населенных пунктов в последние годы начинает базироваться на подземных водах четвертичных и в меньшей степени плиоценовых водоносных горизонтов в пределах Кабардинской равнины. Эксплуатационные запасы подземных вод четвертичных отложений составляют 60 *м*³/*сек*, а использование их не превышает 5—10%.

Поскольку имеющиеся в настоящее время эксплуатационные скважины рассредоточены, возможность образования местных депрессионных воронок практически исключается.

Северо-Осетинская АССР. Основным источником хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения республики в горной части являются воды рек (85%) и родников (15%). В равнинной же части ее, где сосредоточено до 90% населения, водоснабжение осуще-

Таблица 81

Понижения напоров и дебитов по эксплуатационным водоносным горизонтам

Районы	Водоносные горизонты	Падение	
		напора, *м*	дебита, *л/сек*
Прикумский	Акчагыльский	4,15	1,10
	Апшеронский	Нет свед.	6,50
	Апшерон + акчагыл	2,00	0,50
Воронцово-Александровский	Акчагыльский	0,30	0,50—3,50
	Апшеронский	0,70	1,40
	Апшерон. + акчагыл	4,30	0,10
	Бакинский	10,90	Нет свед.
Георгиевский	Акчагыльский	9,0	0,15—1,30
Левокумский	Апшеронский	1,3—5,3	0,00—2,90
Ачикулакский	„	Нет свед.	1,4—5,6
Благодарненский	Среднесарматский	0,0—4,9	0,13—3,2
Курский	Бакинский	Нет свед.	1 0—1,5
	Хазарский	„	1,10

ствляется за счет подземных вод четвертичных, плиоценовых, нижнемеловых и верхнеюрских отложений, используемых пока в очень незначительных количествах. Поэтому истощения их не наблюдается.

Чечено-Ингушская АССР. Основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения республики являются подземные воды. Для целей водоснабжения используются подземные воды четвертичных, неогеновых, меловых и юрских водоносных горизонтов.

В пределах Передовых хребтов отмечается местная депрессия подземных вод из горизонтов миоцена (сармата, чокрака и карагана). Это выражается в падении пьезометрических уровней вод и дебитов водозаборов. Такая депрессия объясняется большими отборами воды, которые ведутся из продуктивных пластов при эксплуатации нефтяных месторождений.

Бесхозяйственное расходование подземных вод наблюдается по 10 фонтанирующим скважинам, расположенным в Шелковском, Гудермесском, Назрановском и Наурском районах, суммарный дебит которых достигает 600—860 *м³/сутки*. 123 самоизливающиеся скважины не переведены на крановый режим вследствие образования песчаных пробок. В результате этого бесполезно расходуется около 21 600 *м³/сутки* воды хорошего качества.

Дагестанская АССР. Водоснабжение высокогорного и горного Дагестана базируется на подземных и поверхностных водах, а предгорной части — на подземных водах.

В республике имеет место нерациональное расходование подземных вод, бесполезно изливающихся на поверхность из 76 артезианских скважин с суммарным дебитом до 73 тыс. *м³/сутки*. Однако вследствие сравнительно небольших водоотборов и рассредоточенности эксплуатационных скважин падения уровней водоносных горизонтов не наблюдается.

Загрязнение подземных вод. Краснодарский край. Химический и бактериологический состав подземных вод основных эксплуатирующихся водоносных горизонтов края полностью отвечает санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым ГОСТом 2761-57. Лишь воды четвертичных отложений 1-го водоносного горизонта в районе городов Краснодара, Кропоткина, Армавира вследствие химического и бактериального загрязнения непригодны для питьевых целей и используются преимущественно для технических нужд. Между тем в ряде районов края этот водоносный горизонт используется в качестве источника водоснабжения.

Воды поверхностного стока в бактериологическом отношении являются также загрязненными. По имеющимся данным, 32 промышленных предприятия и коммунальных хозяйств края сбрасывают в р. Кубань более 500 тыс. *м*^{3}/*сутки* неочищенных сточных вод. Сброс сточных вод производится также в другие реки и на поля орошения.

В районе г. Армавира промышленными и коммунальными предприятиями сбрасывается в р. Кубань более 64 тыс. *м*^{3}/*сутки* неочищенных сточных вод. Вода р. Кубани ниже этого города содержит в повышенных количествах аммиак и нитриты. Ново-Кубанский обводнительно-оросительный канал получает питание из р. Кубани. При этом население Ново-Кубанского и частично Гулькевичского районов пользуется водой из канала для хозяйственно-питьевых нужд, хотя коли-титр ее 0,004. Город Кропоткин сбрасывает в р. Кубань около 20 тыс. *м*^{3}/*сутки* неочищенных сточных вод хозяйственно-бытовых и промышленных предприятий. Крупнейшим очагом загрязнения Кубани является г. Краснодар, в районе которого в реку сбрасывается около 120 тыс. *м*^{3}/*сутки* неочищенных сточных вод. Коли-титр воды р. Кубани в районе г. Краснодара уже равен 0,00006. Горные реки Черноморского побережья, относительно чистые в верховьях (коли-титр воды 10), являются значительно загрязненными в нижнем течении (коли-титр воды 0,04—0,0004), поскольку в них сбрасываются загрязненные сточные воды. Такое санитарное состояние вод поверхностного стока тем более недопустимо, что большинство курортов Черноморского побережья снабжаются подрусловыми водами рек. Возможным потенциальным источником загрязнения подземных вод края являются заброшенные скважины, подлежащие ликвидации.

Ставропольский край. Рост промышленности, особенно нефтяной, газовой и химической, а также численное увеличение населения края способствовали возникновению новых и расширению старых городов и поселков. Это привело к повышению количества бытовых и промышленных сточных вод, которые нередко без всякой предварительной очистки сбрасываются в реки. Многие заводы имеют поля орошения, в которых сточные воды испаряются или инфильтруются в четвертичные отложения. Систематическое загрязнение подземных вод происходит в районе г. Невинномысска, где сбрасываемые сточные воды шерстомойной фабрики загрязняют р. Кубань. Аналогичная картина наблюдается в районе городов Кавмингруппы, где загрязненные сточные промышленные и бытовые воды сбрасываются в р. Подкумок. В результате этого подрусловые воды на участке Ессентуки—Георгиевск оказываются бактериально загрязненными и могут использоваться для хозяйственно-питьевых целей только после их предварительной санитарной обработки. Сточные воды г. Георгиевска, сбрасываемые в р. Подкумок, очищаются лишь частично. А между тем ниже по течению подрусловые воды этой реки используются для водоснабжения. Одним из очагов загрязнения подземных вод на территории Карачаево-Черкесии является

сахарный завод Адыге-Хабльского района, сточные воды которого сбрасываются в р. Кубань.

В пределах Ставропольского края насчитывается 108 действующих предприятий, сбрасывающих до 50 тыс. *м*³/*сутки* сточных вод. Наиболее значительный сброс производится в пределах г. Ставрополя (16,5 тыс. *м*³/*сутки*), Пятигорского (13,5 тыс. *м*³/*сутки*), Ессентукского (8,4 тыс. *м*³/*сутки*) и Железноводского (1,6 тыс. *м*³/*сутки*) городских районов, г. Невинномысска (3,8 тыс. *м*³/*сутки*), Минераловодского (2,8 тыс. *м*³/*сутки*) и Прикумского районов (1,1 тыс. *м*³/*сутки*). Химически и бактериально загрязненные сточные воды указанных промышленных предприятий и коммунальных хозяйств без предварительной очистки сбрасываются в сухие балки, на поля орошения и в русла рек Кубани, Кумы, Подкумка, Зеленчука, Томузловки, Марухи, Урупа, Аксаута, Кяфара, Грачевки и оз. Буйвол (в районе Прикумска). Они подвергают загрязнению подрусловые воды, которые нередко используются местным населением для хозяйственно-питьевых нужд.

Химический и бактериологический состав подземных вод основных эксплуатирующихся водоносных горизонтов в крае полностью отвечает санитарно-гигиеническим требованиям ГОСТа 2761-57. Источником возможного потенциального загрязнения подземных вод в крае являются около 150 заброшенных скважин, подлежащих ликвидации. Большая часть этих скважин находится в неудовлетворительном техническом состоянии.

Кабардино-Балкарская АССР. В пределах республики имеется 58 промышленных предприятий и коммунальных хозяйств, производящих сброс химически и бактериально загрязненных сточных вод в реки, овраги, балки, на поля орошения и в поглощающие ямы. При этом 27 промышленных предприятий и коммунальных хозяйств сбрасывают неочищенные сточные воды и отходы в реки Шалушку, Малку, Черную, Белую, Терек, Черек, Урух, Золку, Баксан, Баксаненок, Урвань, Нальчик, 18 предприятий и хозяйств — в поглощающие ямы, 8 — на поля фильтрации и 5 — в овраги и балки. Среди них — предприятия пищевой, химической и легкой промышленности.

В районе г. Докшукино сосредоточены скотооткормочные хозяйства, поля фильтрации ацетоно-бутилового завода и другие промышленные предприятия, приводящие к загрязнению грунтовых и поверхностных вод. Так, ацетоно-бутиловым заводом сбрасывается в р. Урвань 31,3 тыс. *м*³/*сутки* сточных вод, в том числе промышленных 29,3 тыс. *м*³/*сутки* и хозяйственно-фекальных 2 тыс. *м*³/*сутки*. Консервным заводом сбрасывается в р. Белую 1725 *м*³/*сутки* сточных вод, в том числе промышленных 1435 *м*³/*сутки* и хозяйственно-фекальных 290 *м*³/*сутки*. Винзаводом сбрасывается в р. Белую 50 *м*³/*сутки* сточных вод, из которых промышленных 46 *м*³/*сутки* и хозяйственно-фекальных 4 *м*³/*сутки*. Откормочными хозяйствами сбрасывается в р. Белую 2000 *м*³/*сутки* сточных вод. Сброс в р. Урвань сточных вод докшукинских ацетоно-бутилового завода и откормочных хозяйств полностью нарушили санитарный режим этой реки. Даже в летний многоводный период в 8—10 *км* ниже г. Докшукино вода р. Урвани непригодна не только для питьевых целей, но и для орошения вследствие ее большой загрязненности.

Химический и бактериологический состав подземных вод основных эксплуатирующихся водоносных горизонтов в республике полностью соответствует санитарно-гигиеническим требованиям ГОСТа 2761-57. Источником возможного потенциального загрязнения подземных вод

в республике являются около 90 заброшенных скважин, подлежащих ликвидации, большинство которых находится в неудовлетворительном техническом состоянии

Северо-Осетинская АССР В пределах республики насчитывается 49 промышленных предприятий и коммунальных хозяйств, сбрасывающих в реки Терек, Ардон, Камбилеевку, Геналдон, Урух и на «поля орошения» промышленные и фекальные химически и бактериологически загрязненные сточные воды, которые могут загрязнять подрусловые грунтовые воды Так, завод «Электроцинк» сбрасывает в р Камбилеевку более 30 тыс *м³/сутки* производственных сточных вод, анализ которых в месте сброса показал наличие в них серной кислоты до 0,3 *г/л*, при pH=2 Крахмальный завод сбрасывает в р Терек 500—600 *м³/сутки* сточных вод Мутность их более 270 *мг/л*, окисляемость 528 *мг/л*, содержание аммиака достигает 4 *мг/л*, нитратов 0,4 *мг/л* и нитритов 0,07 *мг/л* Карцинский консервный завод сбрасывает 160 *м³/сутки* сточных вод Химически вредных примесей сточная вода не содержит, но коли-титр ее колеблется от 36 до 125 Орджоникидзевский химкомбинат сбрасывает в р Терек 30 *м³/сутки* сточных вод, содержащих углекислый цинк Мизурской обогатительной фабрикой сбрасывается в р Ардон около 10 тыс *м³/сутки* химически загрязненных сточных вод В результате этого вода в реке содержит вредные примеси цианидов 0,08 *мг/л*, ксантогенатов 0,003 *мг/л*, меди 0,05 *мг/л*, цинка 0,03 *мг/л*, свинца 0,01 *мг/л* (данные института ВОДГЕО)

Суммарные сбросы загрязненных сточных вод в р Терек составляют в г Орджоникидзе до 30 тыс *м³/сутки*, в г Беслане до 15 тыс *м³/сутки*, в г Моздоке до 15 тыс *м³/сутки*, а всего около 70 тыс *м³/сутки* Поэтому р Терек на участке Орджоникидзе—Беслан и р Ардон ниже пос Мизур в зимний период при минимальных расходах имеют предельные загрязнения Однако загрязнений подрусловых вод на эксплуатируемых береговых водозаборах в городах Орджоникидзе, Беслане, Моздоке и Ардоне пока не наблюдается С окончанием постройки городских очистных сооружений на участке Орджоникидзе—Беслан возможность загрязнения подрусловых вод будет исключена

Водозаборы г Орджоникидзе не подвержены загрязнению вследствие расположения их выше существующих очагов загрязнения Коммунальный водозабор г Беслана удален от р Терека на расстояние 0,5 *км* Статический уровень грунтовых вод находится на глубине более 40 *м* Поэтому благодаря самоочищаемости здесь загрязнение подземных вод (подруслового потока р Терека) также исключено Химические и бактериологические анализы воды свидетельствуют о ее высоком качестве

Химический и бактериологический состав подземных вод основных эксплуатирующихся водоносных горизонтов в республике полностью отвечают санитарно-гигиеническим требованиям ГОСТа 2761-57 Поскольку заброшенных скважин, подлежащих ликвидации, в республике насчитываются единицы, то потенциальные возможности загрязнения через них подземных вод эксплуатирующихся водоносных горизонтов незначительны

Чечено-Ингушская АССР В пределах республики загрязнение подземных вод напорных водоносных горизонтов не наблюдается Исключение составляют грунтовые воды, нередко имеющие низкий коли-титр, значительное содержание аммиака, азота, азотной и азотистой кислот, высокую окисляемость Это объясняется незащищенностью их с поверхности, плохим санитарным состоянием населенных пунктов и отсутствием очистных сооружений Здесь насчитывается более 30 про-

мышленных предприятий и коммунальных хозяйств, сбрасывающих в реки Сунжу, Терек и др., а также на поля орошения химически и бактериально загрязненные сточные воды.

До последнего времени нефтеперерабатывающими и химическими предприятиями г. Грозного сбрасывалось в р. Сунжу более 4 млн. *м*³/*сутки* промышленных, химически загрязненных сточных вод, содержащих мазут нефть, соляр, ацетат, нитролак, бензол, фенол, сивушные масла и др. Кроме того, в г. Грозном имеется большое количество предприятий пищевой промышленности, сбрасывающих в р. Сунжу сточные воды. Нефтепромысловыми управлениями «Правобережное» и «Старогрознефть» сточные воды сбрасываются также в реки Сунжа и Терек. Поэтому, по данным республиканской санэпидстанции, воды этих рек ниже мест сброса сточных вод содержат вредных компонентов в 100, а некоторых даже в 1000 раз больше допустимых норм. В районе ж.-д. ст. Примыкание расположен крупный промывочно-пропарочный пункт, на котором производилась мойка цистерн из-под нефтяных и химических продуктов, а сточные воды направлялись в отработанный гравийно-галечный карьер площадью до 40 *га*. За несколько десятилетий здесь накопились огромные количества этих продуктов, которые интенсивно загрязняют собой грунтовые воды и создают реальную угрозу одному из мощных водозаборов питьевых вод, расположенному в 6—8 *км* от упомянутой станции. На других крупных водозаборах имеются зоны строгого санитарного режима и признаков загрязнения подземных вод не наблюдается. Поскольку заброшенных скважин, подлежащих ликвидации, в республике насчитываются единицы, то потенциальные возможности загрязнения через них подземных вод эксплуатирующихся водоносных горизонтов незначительны.

Дагестанская АССР. В пределах республики случаев загрязнения подземных вод основных эксплуатирующихся водоносных горизонтов для целей водоснабжения не наблюдается. Однако промышленными и коммунальными предприятиями городов Хасавюрта и Буйнакска производится сброс неочищенных сточных вод в реки Яман-Су, Ярын-Су, Шура-Озень, что подвергает химическому и бактериологическому загрязнению подрусловые воды этих рек. Так, например, консервным заводом г. Хасавюрта сбрасывается в р. Яман-Су около 400 *м*³/*сутки* производственно-фекальных вод. Мясокомбинат г. Хасавюрта сбрасывает в р. Ярын-Су до 800 *м*³/*сутки* хлорированных производственно-фекальных вод следующего химического состава: сухой остаток — 0,632 *г/л*, Cl' — 170 *мг/л*; SO_4'' — 296 *мг/л*; окисляемость — 5; NH_4' — 0,4 *мг/л*; щелочность — 3,4 *мг/экв · л*; O_2 — 8 *мг/л*; $Fe^{\cdot\cdot}$ — 0,1 *мг/л*; БПК — 4. Консервный завод г. Буйнакска сбрасывает в р. Шура-Озень до 830 *м*³/*сутки* щелочных отходов и производственно-фекальных вод. Химический состав их следующий: сухой остаток — 1,322 *г/л*; Cl' — 140 *мг/л*; SO_4'' — 539 *мг/л*; NH_4' — 4 *мг/л*; O_2 — 4,8 *мг/л*; окисляемость — 54,4; щелочность — 5,4 *мг/экв · л*, pH — 6. Мясокомбинат г. Буйнакска сбрасывает до 80 *м*³/*сутки* сточных вод в р. Шура-Озень, содержащих органические вещества, с сухим остатком 6,720 *г/л*. Кожевенный завод г. Бунакска сбрасывает до 100 *м*³/*сутки* производственно-фекальных вод в р. Шура-Озень.

Сточные воды других промышленных центров республики — городов Махачкалы, Каспийска, Изберга, Даг-Огни, Дербента и Белиджи — сбрасываются непосредственно в Каспийское море. Источником возможного загрязнения подземных вод в республике являются до 25 заброшенных скважин, подлежащих ликвидации, большая часть которых находится в неудовлетворительном санитарном состоянии.

В настоящее время некоторыми предприятиями нефтедобывающей и химической промышленности Краснодарского края осуществляется утилизация сточных вод путем законтурного заводнения нефтяных залежей для поддержания пластового давления, а также их захоронения через поглощающие скважины. Так, например, Николаевское газоконденсатное месторождение закачивает в отложения палеоцена, в интервал глубин 600—650 *м*, до 600 *м*^{3}/*сутки* сточных вод; Некрасовское газоконденсатное месторождение закачивает в толщу нижнего мела, в интервал 3404—3411 *м*, до 50 *м*^{3}/*сутки* сточных вод; Березанское газоконденсатное месторождение задавливает в толщу верхнего эоцена, в интервалах 1432—1460 *м*, до 120 *м*^{3}/*сутки* сточных вод; Анастасиевско-Троицкое месторождение йодосодержащих вод закачивает в толщу верхнего мела, в интервал 2200—2250 *м*, до 400 *м*^{3}/*сутки* сточных вод. Институтом «Гипрогрознефть» проектируется в районе г. Малгобека закачивание промстоков от бензинового завода в пласты продуктивной толщи меловых отложений для поддержания пластового давления в зоне нефтяной залежи.

Захоронением сточных вод предприятий нефтяной и особенно — нефтеперерабатывающей промышленности в поглощающие скважины достигается санитарное оздоровление открытых водоемов и подрусловых вод.

В качестве мероприятий, способствующих санитарному оздоровлению подземных и поверхностных вод на Северном Кавказе, необходимо:

1. Прекратить сброс неочищенных промышленных, коммунальных и хозяйственных химически и бактериально загрязненных сточных вод в открытые водоемы. Для этого необходимо ускорить строительство очистных сооружений и полей орошения.

2. Использовать сточные воды предприятий нефтяной и газовой промышленности для законтурного заводнения эксплуатирующихся нефтяных залежей с помощью поглощающих скважин.

3. Производить закачку химически и бактериально загрязненных сточных вод через поглощающие скважины в водоносные горизонты, вода которых не используется для хозяйственно-питьевых и лечебных целей.

4. Осуществлять ликвидацию вышедших из строя по техническим и другим причинам водозаборных скважин.

5. На всех существующих водозаборах установить зоны горносанитарной охраны.

Часть третья

Глава XII

●

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

В соответствии с требованиями «Методических указаний по составлению общих обзорных инженерно-геологических карт» (1963), инженерно-геологическое районирование Северного Кавказа произведено по следующему принципу. Инженерно-геологические регионы выделяются по геоструктурному признаку, области — по геоморфологическому признаку, а районы — по характеру развитых горных пород, т. е. по типам распространенных геолого-генетических комплексов горных пород. В тех случаях, когда наблюдается изменчивость пород по генезису и литологическому составу, районы выделяются по инженерно-геологическим группам пород, в состав которых входит несколько геолого-генетических комплексов. И наоборот, подрайоны выделяются в ряде районов по характеру изменения состава и физико-технических свойств (просадочности и др.) пород.

Основой для инженерно-геологического районирования послужили: схема тектонического районирования Кавказа, приведенная в работе Е. Е. Милановского и В. Е. Хаина (1963), геоморфологическая карта Северного Кавказа, составленная И. Н. Сафроновым (1959, 1960) и геологическая карта Кавказа, составленная К. Н. Паффенгольцем (1956).

На основе схемы тектонического районирования на территории Северного Кавказа выделяются следующие инженерно-геологические регионы (см. прилож. 3): 1) Скифская эпигерцинская платформа Предкавказья; 2) передовые (краевые) альпийские прогибы; 3) мегантиклинорий Большого Кавказа.

Ниже приводится описание инженерно-геологических условий регионов.

I. РЕГИОН СКИФСКОЙ ЭПИГЕРЦИНСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ПРЕДКАВКАЗЬЯ (А)

Границами региона являются на севере Манычский, а на юге Кубанский и Терский прогибы. В физико-географическом отношении территория региона представляет собой продолжение степных, отчасти полупустынных ландшафтов юга Русской равнины. Регион протягивается от Азовского моря на восток-юго-восток до Каспийского моря в виде полосы шириной 200—300 *км* и длиной 700—800 *км*. В орографическом отношении он четко делится на три части: западную, центральную и восточную.

Западная часть региона представляет собой так называемую Приазовскую равнину, имеющую общий уклон к Азовскому морю и характеризующуюся абсолютными отметками 100—150 *м* на востоке и 0—10 *м* на западе.

Центральная часть региона представлена Ставропольской возвышенностью, являющейся водоразделом между бассейнами Черного и Каспийского морей и имеет высоту 200—600 *м* над уровнем моря.

Восточная часть региона представляет собой равнину, наклоненную на восток от долины р. Кумы к Каспийскому морю. Ее абсолютные высоты на западе достигают 200 *м*, а на востоке падают до 27 *м* ниже уровня моря. На западе равнина прорезается долиной р. Кумы и крупными балками.

В структурном отношении территория региона представляет собой молодую эпигерцинскую платформу, имеющую четко выраженное двухъярусное строение. Тектоническое описание ее приведено в предыдущих главах.

В геоморфологическом отношении территория является сочетанием различных морфоструктурных и генетических типов рельефа и может быть разделена на ряд областей. На основе карты геоморфологического районирования И. Н. Сафронова (1960) в описываемом регионе выделяются следующие инженерно-геологические области: 1) аккумулятивная эолово-делювиальная Приазовская равнина; 2) эрозионно-тектонический рельеф Ставропольской возвышенности; 3) аккумулятивная эолово-делювиальная лёссовая равнина Восточного Предкавказья; 4) аккумулятивная аллювиально-морская равнина Прикаспия.

Область аккумулятивной эолово-делювиальной Приазовской равнины (А-I-1). Границами области являются на севере Манычская впадина, на юге долина р. Кубани, на западе Азовское море и на востоке Ставропольская возвышенность. Это — плоская равнина, характеризующаяся слабой расчлененностью и неглубоким врезанием эрозионной сети. На 1 *км*^{2} площади здесь приходится всего 0,1—0,2 *км* овражно-балочной сети, а глубина местных базисов эрозии составляет 10—20 *м* на западе, возрастная до 40—50 *м* на востоке.

В геологическом отношении территория области с поверхности сложена толщей желто-бурых и желто-серых лёссовидных пород, представленных преимущественно средними и легкими суглинками с редкими прослоями или линзами тяжелых суглинков и супесей. По генезису это эоловые породы на водораздельных пространствах и делювиальные — на склонах долин и на западных склонах Ставропольской возвышенности. Мощность пород колеблется от 30 до 40 *м*. Верхний ярус эолово-делювиальных лёссовых пород мощностью до 15 *м*, по-видимому, имеет верхнечетвертичный возраст, а залегающий ниже ярус, отделенный от верхнего горизонтом погребенной почвы, — среднечетвертичный возраст. Поверхностные отложения в пределах области представлены также аллювиальными образованиями в долинах степных рек — супесями и суглинками с прослоями песков. Это современные и верхнечетвертичные отложения. Их мощность редко превышает несколько метров.

Лёссовые породы подстилаются континентальными образованиями верхнего плиоцена, так называемыми скифскими глинами мощностью до 10—45 *м*, которые, по Г. Н. Родзянко, представляют верхи надпонтической толщи, на западе замещающиеся морскими киммерийскими и куяльницкими отложениями. Ниже пород надпонтической серии коренная основа представлена песчано-глинистыми отложениями миоцена и палеогена.

Поверхностные отложения области представляют собой образования внеледниковой формации. Породы коренной основы относятся к верхней терригенной (красноцветной) формации. Будучи с поверхности сложена одними лёссовыми породами, территория области представляет собой единый инженерно-геологический район. Лишь в доли-

нах рек развиты аллювиальные отложения, относимые к инженерно-геологической группе связных пород с песчаными.

Лёссовидные суглинки на всей территории представлены как легкими, так и тяжелыми разностями. По гранулометрическому составу они характеризуются содержанием песчаных частиц (крупнее 0,05 *мм*) 3—55%, пылеватых (0,05—0,005 *мм*) 21—75% и глинистых (менее 0,005 *мм*) 5—23%. Показатели пластичности их изменяются в широких пределах: верхний $W_t=23—32$, нижний $W_p=18—23$, число пластичности $M_p=5—13$. Объемный вес суглинков изменяется в пределах 1,45—1,88 *г/см*³, удельный вес 2,69—2,78 *г/см*³, пористость 38—47%. В широких пределах изменяется их естественная влажность — от 5 до 20%. Наименьшей влажностью обладают лёссовые породы на водораздельных пространствах.

Коэффициент сжимаемости *a*, определяемый по результатам компрессионных испытаний суглинков, составляет 0,021—0,037 *см*²/*кг* в интервале нагрузок 0—1 *кг/см*² и 0,025—0,034 *см*²/*кг* в интервале нагрузок 1—2 *кг/см*². Как показали компрессионные испытания образцов пород с замачиванием, лёссовидные суглинки водораздельных пространств непросадочны или слабо просадочны. Просадочными свойствами обладает лишь верхний горизонт их мощностью до 6—7 *м*, причем величина коэффициента относительной просадочности при нагрузках до 3 *кг/см*² не превышает 0,045 (Воляник и др., 1960). Многочисленные определения сопротивления сдвигу на одноплоскостных сдвиговых приборах дали следующие значения показателей сопротивления сдвигу: $\varphi=17—25°$ и $C=0,1—0,3$ *кг/см*².

Аллювиальные отложения долин степных рек представлены супесями, суглинками и глинистыми песками. Супеси и суглинки в своем составе содержат до 60% песчаных частиц и 5—15% глинистых. Число пластичности их 5—10, объемный вес 1,5—1,8 *г/см*³, удельный вес 2,65—2,73 *г/см*³, естественная влажность 25—30%.

Скифские глины, подстилающие лёссовые породы, неоднородны по составу и свойствам. Они содержат песчаных частиц 4—44%, пылеватых 10—50% и глинистых 7—42%. Их объемный вес изменяется в пределах 1,8—2,0 *г/см*³, удельный вес 2,6—2,7 *г/см*³, пористость 30—40%, естественная влажность 13—30% и показатели сопротивления сдвигу: $\varphi=12—15°$ и $C=0,3—0,4$ *кг/см*².

По классификации горных пород М. М. Протодьяконова как лёссовые породы, так и подстилающие их скифские глины относятся к VII категории с коэффициентом крепости 0,8—1,0, по классификации горных пород для строительных целей лёссовые породы относятся ко II категории, а скифские глины — к III категории, по буримости лёссовые породы и скифские глины относятся к III категории, аллювиальные песчано-глинистые отложения ко II категории.

Глубина залегания уровня грунтовых вод на водоразделах колеблется от 10 до 25 *м*, на склонах долин от 5 до 15 *м*, на поймах и низких террасах рек — от 3 до 5 *м*. При содержании сухого остатка 350—6000 *мг/л* содержание хлора в грунтовых водах колеблется в пределах от 100 до 2300 *мг/л*, сульфатов от 100 до 2800 *мг/л*, общая жесткость составляет 1,8—85,6 *мг · экв/л*. В ряде случаев воды обладают сульфатной агрессивностью по отношению к бетону *. Физико-геологические

* Принято считать, что подземные и грунтовые воды обладают агрессивностью выщелачивания (растворением и вымыванием) карбоната кальция из бетона при минимальном содержании HCO_3' от 0,4 до 1,5 *мг · экв* Сульфатной агрессией грунтовые воды обладают при содержании SO_4'' от 250 *мг/л* и выше при обычных марках цемента (Справочное руководство гидрогеолога, 1959).

процессы, осложняющие условия строительства, на территории данной области не наблюдаются.

Область эрозионно-тектонического рельефа на Ставропольском поднятии (А 11). Северной границей области является долина Манычей, западной — долина р. Б. Егорлыка, восточной — долина р. Кумы, а с юга область примыкает к структурам Большого Кавказа. Южная, наиболее приподнятая часть области характеризуется глубокорасчлененным эрозионным рельефом.

По характеру распространенных горных пород в области выделяются следующие инженерно-геологические районы.

Район распространения морских терригенных отложений олигоценового и миоценового возраста в центральной части Ставропольского поднятия (А-II-1) характеризуется тем, что коренная основа представлена здесь терригенными породами (майкопская серия, средний миоцен, сарматский и понтический ярусы), стратиграфическое описание которых приведено в специальной главе. Они относятся к инженерно-геологическим группам скальных, полускальных и пластичных пород.

Поверхностные отложения в районе представлены делювиальными и аллювиальными образованиями различного состава и различной мощности современного и верхнечетвертичного возраста.

Майкопские глины в пределах района отличаются большой неоднородностью состава. Содержание песчаных частиц в различных горизонтах майкопа колеблется в пределах 1—27%, пылеватых 6—49%, глинистых 28—90%. Средние значения показателей свойств пород характеризуются следующими данными: естественная влажность элювия 24%, коренных глин 18—19%, объемный вес соответственно 1,9 и 2,04 *г/см*^{3}, удельный вес 2,69 и 2,76 *г/см*^{3}, коэффициент пористости 0,72 и 0,69, коэффициент водонасыщенности 0,93 и 0,88, верхний предел пластичности $W_t=57$ и 58, нижний предел пластичности $W_p=29$, число пластичности $M_p=28$, коэффициент консистенции от — 0,35 до 0,04. Намечается некоторое уменьшение влажности и увеличение плотности пород с глубиной. Майкопские глины склонны к набуханию, величина которого, определенная на приборах Васильева, в среднем составляет 8—18%, но нередко достигает 50—70%. Многочисленные определения сопротивления сдвигу на одноплоскостных сдвиговых приборах по разным методикам производились многими исследователями. Рекомендуемые расчетные показатели находятся в пределах: $\varphi=6—12°$ и $C=0{,}08—0{,}35$ *кг/см*^{2}.

Майкопские глины относятся к слабосжимаемым породам. Для одного из участков Центрального Предкавказья З. А. Макеев (1963) приводит значения коэффициента сжатия $a=0{,}015—0{,}063$ *см*^{2}*/кг* в интервале нагрузок 0—1 *кг/см*^{2} и $a=0{,}0008—0{,}0025$ *см*^{2}*/кг* в интервале нагрузок 10—15 *кг/см*^{2}. В коренном залегании майкопские глины являются хорошим основанием для всех сооружений, но, будучи обнажены, они подвергаются быстрому выветриванию. В зависимости от экспозиции склонов и климатических условий порода может быть разрушена выветриванием на глубину до нескольких десятков сантиметров в год. Выветрелые же майкопские глины обладают низкими значениями показателей сопротивления сдвигу. По классификации Протодьяконова они относятся к VI категории ($f=1{,}5—2{,}0$), по строительной классификации — к IV категории и по буримости — к III категории.

Другим геолого-генетическим комплексом пород, широко развитым в районе, являются нижнесарматские глины и среднесарматские криптомактровые глины, которые, по данным Э. В. Запорожченко (1963),

характеризуются средним содержанием песчаных частиц 6%, пылеватых 47%, глинистых 47%; показателями пластичности: $W_t=46—78$, $W_p=23—39$, $M_p=23—41$; естественной влажностью 21—30%; объемным весом 1,87 *г/см*³; удельным весом 2,69—2,70 *г/см*³; коэффициентом пористости 0,76—0,88; коэффициентом водонасыщения 0,76—0,92; сопротивлением сдвигу: $\varphi=5—16°$ и $C=0,20—0,97$ *кг/см*². С увеличением степени выветрелости сопротивление сдвигу уменьшается. Устойчивые природные откосы в криптомактровых глинах имеют заложение от 1 : 6 до 1 : 4. Криптомактровые глины относительно мало сжимаемы. Коэффициент сжимаемости их в интервале нагрузок 2—4 *кг/см*² равен 0,018—0,026 *см*²/*кг*.

В пределах центральной части Ставропольского поднятия очень широким распространением пользуются известняки и ограниченным песчаники верхнего и среднего сармата. Местами они образуют останцовые возвышенности, а иногда пластово-структурные равнины. На некоторых участках, как, например, в г. Ставрополе, известняки являются основанием для многих сооружений. Широко распространенные детритусовые известняки так называемого карабиновского пласта сильно пористы вследствие выщелачивания, их $\sigma_{сж}$ = 18—170 *кг/см*². Известняки холоднородникового пласта более прочные и менее пористые, их $\sigma_{сж}$ =400—700 *кг/см*².

Пески верхнего сармата мелкозернистые, слоистые, их удельный вес составляет 2,56—2,68 *г/см*³, пористость 40%, а коэффициент фильтрации 1,5—3,5 *м/сутки*. Песчаники верхнего сармата имеют кремнисто-известковистый цемент, их $\sigma_{сж}$ = 80—300 *кг/см*². Известняки верхнего сармата характеризуются объемным весом от 1,35 до 2,25 *г/см*³, удельным весом 2,64 *г/см*³ и $\sigma_{сж}$ =10—60 *кг/см*². Близкими свойствами обладают песчаники и известняки понта.

По классификации Протодьяконова они относятся к V—VI категориям, по строительной классификации — к VI категории и по буримости — к V категории.

Достаточно широко распространенные в районе делювиальные отложения (желто-бурые и желто-серые глины) обладают меньшей плотностью, пониженным сопротивлением сдвигу и более повышенной сжимаемостью, чем материнские породы, из которых они образовались. Так, делювий майкопских глин характеризуется естественной влажностью 21—26%; удельным весом 2,70—2,74 *г/см*³; объемным весом скелета 1,54—1,56 *г/см*³; коэффициентом пористости 0,74—0,80; показателями пластичности: $W_t=44—47$, $W_p=21—24$, $M_p=23—24$. Их коэффициент сжимаемости в интервале нагрузок 1—2 *кг/см*² равен 0,031 *см*²/*кг*, а в интервале нагрузок 2—3 *кг/см*² — 0,034 *см*²/*кг*.

Аллювиальные отложения в долине р. Калауса представлены глинистыми песками, супесями и суглинками. На поверхности надпойменных террас, во многих депрессиях рельефа и местами на платообразных возвышенностях развиты лёссовидные макропористые и карбонатные суглинки мощностью до 10 *м*. В ряде случаев суглинки обладают просадочными свойствами. Так, в районе г. Ставрополя имеются лёссовидные суглинки с естественной влажностью 8—16%; объемным весом 1,4—1,6 *г/см*³; удельным весом 2,66—2,74 *г/см*³; пористостью 42—50%; показателями пластичности: $W_t=27—34$, $W_p=17—20$, $M_p=$ $=9—12$. Коэффициент их относительной просадочности при нагрузках 3 *кг/см*² изменяется в пределах 0,012—0,116.

При возведении гражданских и промышленных сооружений в г. Ставрополе при небольшой мощности просадочных лёссовидных суглинков применялось уплотнение их тяжелыми трамбовками. При

этом достигалось повышение объемного веса породы в среднем до 1,7 *г/см*³ в слое мощностью около 2 *м* непосредственно под фундаментами сооружений.

К глинистым породам майкопа, карагана, чокрака и сармата в описываемом районе приурочены оползни. Они развиты на склонах долин Калауса, Б. Егорлыка и их притоков. Особенно широко развиты оползни на территории г. Ставрополя, в Сенгилеевской котловине, на склонах Бешпагирских, Прикалаусских, Темнолесских высот и в других местах. Факторами, вызывающими образование и развитие оползней, являются эрозионная подрезка склонов, переувлажнение глинистых пород атмосферными и грунтовыми водами, разупрочнение пород в процессе выветривания, подрезка склонов в результате хозяйственной деятельности человека и др. Для борьбы с оползнями в г. Ставрополе в долине р. Мутнянки успешно применен комплекс мероприятий, включающий: прекращение донной и боковой эрозии в русле реки путем перехвата водотока железобетонной трубой диаметром 2 *м*, планировку и уположение оползневых склонов долины. На восточном склоне Сенгилеевской котловины при строительстве водовода большого диаметра для борьбы с оползнями был успешно применен следующий комплекс мер: разгрузка и планировка оползневого склона, перехват и отвод с оползневого склона поверхностных вод и посадка деревьев и кустарников. На железной дороге в районе г. Ставрополя для борьбы с оползнями широко применяется устройство контрфорсных дренажей в сочетании с перечисленными выше мероприятиями.

Глинистые породы майкопа практически безводны. Грунтовые воды содержатся в песчаных прослоях сармата и понта, в делювиальных суглинках и в аллювиальных отложениях в долинах рек. В песчаных отложениях сармата грунтовые воды залегают на глубине 15—25 *м*. Воды — пресные, с минерализацией до 0,5 *г/л*. В делювии грунтовые воды залегают на глубине 3—15 *м*, минерализация их пестрая — от 1 до 3 *г/л*. В аллювиальных отложениях грунтовые воды залегают на глубине 1—10 *м*, минерализация их 1—3 *г/л*. Лишь в некоторых случаях грунтовые воды района обладают слабой сульфатной агрессивностью по отношению к бетону.

Район распространения лёссовых пород по периферии Ставропольского поднятия (А-II-2) характеризуется пологими формами рельефа. Здесь развиты эолово-делювиальные лёссовые породы мощностью 15—50 *м*, которые подстилаются на западе континентальными отложениями армавирской свиты, а на востоке — континентальными песчано-глинистыми отложениями нижнечетвертичного и плиоценового возраста. Коренные породы района относятся к верхней терригенной формации.

В разрезе лёссовых пород района имеется несколько погребенных почвенных горизонтов. Наиболее четко выражен погребенный почвенный горизонт на глубине от 13 до 15 *м*. Этим горизонтом толща лёссовых пород делится на два яруса верхне- и нижнечетвертичного возраста.

На склонах Ставропольского поднятия выделено три подрайона и, кроме того, отдельный подрайон в долине р. Б. Егорлыка, где развиты аллювиальные отложения.

Лёссовые породы западного склона Ставропольского поднятия (подрайон А-II-2а) представляют собой суглинки от легких до тяжелых с содержанием песчаных частиц 14—21%, пылеватых 47—63%, глинистых 15—28%; объемным весом 1,53—1,80 *г/см*³; удельным весом 2,65—2,70 *г/см*³; естественной влажностью 13—17%; показателями пла-

стичности: $W_t=29—37$, $W_p=18—20$, $M_p=11—17$; пористостью 42—46%. Лёссовые породы в основном непросадочны. Лишь местами встречаются участки, где под нагрузкой 3 *кг/см*² коэффициент относительной просадочности суглинков превышает величину 0,02, редко достигая величины 0,05—0,06. Сопротивление сдвигу суглинков: $\varphi=20—24°$ и $C=0{,}075—0{,}100$ *кг/см*².

Армавирские глины, подстилающие лёссовые отложения, в среднем содержат 13% песчаных частиц, 50% пылеватых и до 40% глинистых. Они характеризуются показателями пластичности: $W_t=37$, $W_p=20$, $M_p=17$; естественной влажностью 17—20%; объемным весом 1,95 *г/см*³; удельным весом 2,69 *г/см*³; пористостью 40%; сопротивлением сдвигу; $\varphi=17°$ и $C=0{,}2$ *кг/см*²; коэффициентом сжимаемости в интервале нагрузок 2—3 *кг/см*²; равным 0,005—0,010 *см*²/*кг*.

Лёссовые породы северного склона Ставропольского поднятия (подрайон А-II-2б), характеризуются содержанием песчаных частиц 13—25%, пылеватых 50—70% и глинистых 5—14%; удельным весом 2,61—2,72 *г/см*³; объемным весом 1,38—1,80 *г/см*³; показателями пластичности: $W_t=25—32$, $W_p=15—19$, $M_p=9—14$; пористостью 44—52%; естественной влажностью 6—14%. Высокая пористость и низкая влажность обусловливают их просадочность. Коэффициент относительной просадочности лёссовых пород этого подрайона при бытовых нагрузках изменяется в пределах 0,011—0,073, а при дополнительной нагрузке 1 *кг/см*² возрастает до 0,034—0,089. Просадочной является толща пород верхнечетвертичного возраста мощностью до 16—17 *м*. Лёссовые породы, распространенные на склонах долин, слабо или совсем непросадочны. Показатели сопротивления сдвигу у описываемых пород изменяются в пределах $\varphi=19—24°$ и $C=0{,}05—0{,}10$ *кг/см*².

Лёссовые породы восточного склона Ставропольского поднятия (подрайон А-II-2в) представлены легкими и тяжелыми суглинками и тяжелыми супесями, мало отличающимися по своим свойствам от лёссовых пород северного склона. Можно отметить лишь, что они обладают более выраженными просадочными свойствами. Коэффициент относительной просадочности их при бытовых нагрузках составляет 0,02—0,09, а при нагрузках 3 *кг/см*² возрастает до 0,05—0,10.

В долине р. Б. Егорлыка (подрайон А-II-2г) широко развиты аллювиальные отложения, представленные супесями, суглинками и иловатыми глинами. Иловатые глины содержат около 7% песчаных частиц, 60% пылеватых и до 40% глинистых. Их естественная влажность 23—28%; объемный вес 1,9 *г/см*³; пористость 43—47%; число пластичности 30—40; сопротивление сдвигу: $\varphi=11—12°$ и $C=0{,}2—0{,}3$ *кг/см*²; коэффициент сжатия 0,026 *см*²/*кг* в интервале нагрузок 1—3 *кг/см*² и 0,019 *см*²/*кг* в интервале нагрузок 3—5 *кг/см*². Аллювиальные суглинки плотные, с пористостью 40—41%, объемным весом 1,9 *г/см*³. Коэффициент сжатия их в интервале нагрузок 0—2 *кг/см*² составляет 0,032 *см*²/*кг*, сопротивление сдвигу: $\varphi=19—21°$ и $C=0{,}19$ *кг/см*² (Ющенко, 1953).

Таким образом, на территории района условия строительства осложняются просадочными явлениями. На западном склоне Ставропольского поднятия просадочные суглинки распространены спорадически. На северном склоне суглинки просадочны в пределах водораздельных пространств, на восточном — повсюду, за исключением днищ долин. Поскольку мощность просадочных лёссовых пород на западном склоне Ставропольского поднятия незначительна, при возведении сооружений на них успешно применялось трамбование тяжелыми трамбовками. Так, в основании главного корпуса сахарного завода в с. Изо-

бильном с помощью трамбовок весом 4—5 *т* достигалось уплотнение слоя лёссовых пород мощностью 2,0—2,5 *м*. При возведении сооружений на просадочных лёссовых суглинках на северо-западном, северном и восточном склонах Ставропольского поднятия потребуется проведение предварительного замачивания суглинков. Такое замачивание основания было успешно применено при возведении высокой земляной насыпи перехода Правоегорлыкским каналом через р. Б. Кугульту. Замачивание здесь осуществлялось через сеть питающих канав и специально пробуренные скважины и продолжалось с перерывами в течение 8—9 месяцев. Величина просадок после замачивания составила 0,4—1,4 *м*. После замачивания увеличилась плотность грунта. Объемный вес скелета с 1,40—1,42 *г/см*^{3} в среднем увеличился до 1,57 *г/см*^{3}. Деформаций канала, сооруженного в насыпи, по окончании замачивания здесь не наблюдалось (Шпильберг, 1961).

Грунтовые воды на территории района приурочены к нижней части толщи лёссовидных суглинков или к породам, их подстилающим. Залегают они на западном склоне на глубине 10—20 *м*, на северном и восточном — на глубине 30—50 *м*. Минерализация их пестрая, преобладают воды повышенной минерализации (3—10 *г/л*), преимущественно сульфатно-натриевые и хлоридно-натриевые, обладающие сульфатной агрессивностью по отношению к бетону.

Район распространения морских терригенных отложений палеогена и неогена, перекрытых делювиальными отложениями четвертичного возраста — Минераловодский район (А-II-3). Коренные породы представлены здесь отложениями нижней терригенной формации общей мощностью 700—800 *м*, а поверхностные отложения — формацией горных склонов. По возрасту коренные отложения являются палеогеновыми и неогеновыми образованиями. Наиболее распространенным литологическим типом являются мергели, с которыми переслаиваются песчаники, аргиллиты, алевролиты, а также плотные сланцеватые глины. Палеогеновые отложения прорваны интрузиями трахилипаритов. Коренные породы терригенной формации относятся к инженерно-геологическим группам полускальных и пластичных пород, а интрузивные породы — к группе скальных пород.

Глинистые мергели ессентукской свиты в верхней части разреза (по Запорожченко, 1963) имеют естественную влажность 9—11%; объемный вес 2,25 *г/см*^{3}; удельный вес 2,74 *г/см*^{3}; коэффициент пористости 0,33—0,38; коэффициент водонасыщения 0,81—0,86; $\sigma_{сж}$ = 88—143 *кг/см*^{2}; φ = 15—17°; C=0,75 *кг/см*^{2}. Аргиллиты и алевролиты свиты Горячего Ключа имеют естественную влажность 11—16%; объемный вес 2,10—2,15 *г/см*^{3}; удельный вес 2,68—2,69 *г/см*^{3}; коэффициент пористости 0,40—0,49; коэффициент водонасыщения 0,79—0,89; $\sigma_{сж}$ = 27—38 *кг/см*^{2}; φ=10—18°; C=0,10—0,34 *кг/см*^{2}. Аргиллиты и алевролиты относительно стойки против выветривания и в искусственных откосах заложение может быть 1 : 0,5 — 1 : 1,5.

Мергели фораминиферовых слоев в верхней части разреза характеризуются средними значениями естественной влажности 20%, объемного веса 1,95 *г/см*^{3}, удельного веса 2,68 *г/см*^{3}, коэффициента пористости 0,64, $\sigma_{сж}$ = 13—59 *кг/см*^{2}, φ=10—20°, C=0,10—0,45 *кг/см*^{2} и коэффициентом уплотнения 0,006 *см*^{2}*/кг* в интервале нагрузок 2—5 *кг/см*^{2}.

Четвертичные отложения представлены делювием (пылеватые глины и суглинки), а также аллювием в долине р. Подкумка (глины, суглинки, супеси, пески и гравийно-галечные образования).

На территории района, особенно в его восточной части, широко развиты делювиальные лёссовидные суглинки, которые являются основаниями многих сооружений. Мощность их от нескольких метров увеличивается на восток до 10—15 *м*. Эти суглинки характеризуются естественной влажностью 10—22%, объемным весом 1,4—1,9 *г/см*^{3}, пористостью 43—46%, числом пластичности M_p=9—16. С запада на восток все более проявляются просадочные свойства суглинков. Если в западной части района коэффициенты относительной просадочности суглинков редко достигают величины 0,03—0,04, то в восточной части они нередко составляют 0,05—0,10. Из опыта строительства в районе г. Георгиевска известно, что при сооружении объектов с небольшими удельными нагрузками просадочность лёссовых суглинков устранялась путем уплотнения их тяжелыми трамбовками. В случае сооружения зданий с большими удельными нагрузками и в особенности с возможным обводнением пород во время эксплуатации потребуется производить предварительное замачивание лёссовых суглинков в основаниях сооружений перед их возведением.

Распространенные в районе делювиальные глины отличаются от суглинков большей пластичностью (M_p=22) и принимают участие в оползневых процессах. В делювиальных шлейфах в области лакколитов Пятигорья в песчано-глинистом материале нередко содержатся обломки трахилипаритов.

Аллювиальные супеси имеют объемный вес в среднем 1,72 *г/см*^{3}, естественную влажность 13—15%, пористость 44%, φ=23°, C=0,1 *кг/см*^{2}. Аллювиальные суглинки отличаются от делювиальных меньшей плотностью.

В районе развиты оползни, приуроченные к склонам, сложенным глинистыми мергелями фораминиферовой свиты и глинами майкопа. Оползни развиты на правом склоне долины Подкумка, на склонах гор Машук, Железной, Развалка и Змейка. Основными факторами, вызывающими образование и развитие оползней, являются: эрозионная и искусственная подрезка склонов, переувлажнение пород атмосферными и грунтовыми водами, разупрочнение пород в процессе выветривания, а также перегрузка склонов отвалами земляных работ.

По классификации Протодьяконова мергели, аргиллиты и алевролиты относятся к VI категории, по строительной классификации — к V, по буримости — к IV; трахилипариты соответственно относятся к III, IX и X категориям.

Грунтовые воды района заключены в делювиальных отложениях, глубина их залегания колеблется от 2—3 до 25 *м*, минерализация составляет 0,3—0,5 *г/л*. По составу воды являются гидрокарбонатно-кальциевыми, иногда сульфатными. В современном аллювии Подкумка грунтовые воды местами залегают очень близко к поверхности и наблюдаются явления заболачивания. По отношению к бетону грунтовые воды неагрессивны (сульфатов менее 250 *мг/л*, а гидрокарбонатов больше 1,4 *мг · экв/л*).

Область аккумулятивной эолово-делювиальной равнины Восточного Предкавказья (А-III). У основания восточного склона Ставропольского поднятия располагается обширная пологонаклоненная равнина. Абсолютные высоты ее на западе составляют 200—250 *м*, а на востоке около 100 *м*. С севера на юг равнина простирается от долины Восточного Маныча до долины Терека, на восток — до абразионного уступа хвалынской террасы Каспия. Здесь на 1 *км*^{2} территории приходится всего 0,1—0,2 *км* длины овражно-балочной сети, а глубина местных базисов эрозии составляет 75—100 *м*.

В соответствии с характером развитых в области горных пород выделяются два инженерно-геологических района.

Район распространения просадочных лёссовых пород (А-III-1) занимает большую часть территории области и сложен средними и легкими лёссовидными суглинками и лёссовидными супесями общей мощностью до 40—50 *м*. Лёссовые породы желто-серые, макропористые, карбонатные, по генезису эоловые и относятся к внеледниковой формации. В настоящее время лёссовые породы района делятся на два яруса. Верхний ярус мощностью 17—20 *м* имеет верхнечетвертичный ярус, а нижний ярус — среднечетвертичный возраст (Балаев, Царев, 1964).

По гранулометрическому составу лёссовые породы верхнечетвертичного возраста характеризуются преобладанием пылеватой фракции (50—60%). Глинистых частиц содержится до 10—15%, песчаных до 10—40%, в супесях преобладает фракция тонкого песка (0,25—0,05 *мм*), содержание которой достигает 50—70%. Отмечается постепенное увеличение содержания песчаной фракции в породе с запада на восток. Свойства лёссовых пород характеризуются следующими показателями: естественная влажность 8—12%; удельный вес 2,70—2,72 *г/см*^{3}; объемный вес 1,30—1,70 *г/см*^{3}; пластичность: $W_t=21—30$, $W_p=17—21$, $M_p=3—10$; сопротивление сдвигу: $\varphi=19—24°$, $C=0{,}025—0{,}150$ *кг/см*^{2}. Важнейшим свойством лёссовых пород является их просадочность, т. е. способность к уплотнению при замачивании, в результате чего на поверхности могут образовываться различные понижения глубиной до 2—3 *м*. При просадках происходит образование глубоких и широких просадочных трещин. Просадки вызывают деформации и разрушение различных сооружений (зданий, каналов, насыпей и др.) и происходят быстро. На 4—5 день после замачивания образуются трещины и проседают борта каналов. Уже через 15—20 дней просадка может достичь максимальной величины, которая зависит от степени увлажнения породы и нагрузки. При бытовых нагрузках величина коэффициента относительной просадочности колеблется от 0,02 до 0,10, а при нагрузке 3 *кг/см*^{2} — от 0,05 до 0,16. Мощность просадочных пород в районе достигает 18—20 *м*. Наибольшей просадочностью обладают лёссовые породы водораздельных пространств. Просадочность лёссовых пород значительно осложняет условия ирригационного, промышленного и гражданского строительства в районе. Многие каналы претерпевают деформации из-за неравномерности просадок по трассе, деформируются и иногда разрушаются различные здания и сооружения. Вследствие очень большой мощности лёссовых просадочных пород (до 15—20 *м*) до сих пор применялся лишь один способ мелиорации их. При сооружении некоторых каналов применяется предварительное замачивание лёссовых пород по так называемой пионерной траншее. При возведении промышленных и гражданских сооружений производится предварительное замачивание лёссовых пород в котлованах. Продолжительность предварительного замачивания для полного устранения просадочных свойств лёссовых пород, по имеющимся данным, составляет около 3 месяцев.

Лёссовые породы на территории района подстилаются толщей континентальных образований нижнечетвертичного, а еще ниже — плиоценового возраста мощностью в несколько десятков метров, представленных сложным чередованием пестрых глин, песков и супесей.

Грунтовые воды в данном районе залегают на глубине более 30 *м* с минерализацией 2—5 *г/л*. По составу они сульфатно-натриевые, агрессивные по отношению к бетону.

Район распространения аллювиальных и делювиальных отложений в долине р. Кумы (А-III-2) характеризуется развитием аллювия, а на склонах долины — делювиальных лёссовидных суглинков. Все эти отложения относятся к породам внеледниковой формации. Широкое развитие имеет здесь пойменная терраса высотой до 10 *м*. Терраса сложена толщей разнообразных суглинков, глин и песков, подстилаемых древнечетвертичными галечниками. Суглинки поймы содержат песчаных частиц до 10%, пылеватых 65—77%, глинистых 15—27% и имеют естественную влажность 15—27%; объемный вес 1,62—1,83 *г/см*³; удельный вес 2,67—2,70 *г/см*³; пористость 44—45%; пластичность: W_t=32—40; W_p=22—24, M_p=9—16; сопротивление сдвигу: φ=20—24° и C=0,12—0,32 *кг/см*²; коэффициент сжатия 0,02—0,07 *см*²/*кг* — в интервале нагрузок 0—1 *кг/см*² и 0,016—0,050 *см*²/*кг* — в интервале нагрузок 1—3 *кг/см*².

Широко распространенные на пойме глины имеют в своем составе 3—8% песчаных частиц, 45—50% пылеватых и 40—46% глинистых. Естественная влажность их составляет 25—31%, объемный вес 1,61—1,88 *г/см*³, удельный вес 2,64—2,69 *г/см*³, пористость 42—52%, коэффициент сжатия 0,043—0,115 *см*²/*кг* в интервале нагрузок 1—3 *кг/см*², сопротивление сдвигу: φ=16°, C=0,3 *кг/см*². Суглинисто-глинистые отложения имеют общую мощность 10—12 *м*. Под ними залегают галечники. На склонах долины широко развиты делювиальные лёссовидные суглинки. От суглинков, распространенных на водораздельных пространствах, они отличаются меньшей просадочностью. Коэффициент их относительной просадочности не превышает 0,08.

Грунтовые воды на пойме Кумы залегают на глубине 2—5 *м*, их минерализация колеблется от 5 до 10 *г/л*. По составу воды — сульфатно-натриевые, агрессивные по отношению к бетону.

Область Прикаспийской аллювиально-морской равнины (А-IV). Территория, лежащая между хвалынским абразионным уступом и Каспийским морем, представляет собой полого наклоненную на восток равнину с абсолютными отметками около 100 *м* на западе и —27 *м* на востоке. Проявление эрозионных процессов здесь выражено слабо. Длина овражно-балочной сети, приходящейся на 1 *км*² территории, составляет около 0,1 *км*, а глубина местных базисов эрозии не превышает 25 *м*.

В соответствии с характером распространенных пород в пределах области выделяются следующие инженерно-геологические районы:

Район развития аллювиальных отложений четвертичного возраста (А-IV-1) занимает северо-восточную часть области, на восток от хвалынского абразионного уступа. Он расположен между долинами рек Кумы и Куры. Территория района сложена толщей континентальных отложений, представляющих собой аллювиальные выносы рек Кумы, Куры и балок. Это — сложное чередование прослоев глин, суглинков, супесей и песков общей мощностью 10—15 *м*, а иногда 50 *м* и более. Эти отложения относятся к внеледниковой формации и подстилаются толщей морских песчано-глинистых пород хвалынского, хазарского и бакинского ярусов общей мощностью около 85 *м*.

Аллювиальные суглинки и супеси характеризуются содержанием песчаных частиц 37—67%, пылеватых 25—45%, глинистых 8—17%; объемным весом 1,64—1,78 *г/см*³; удельным весом 2,66 *г/см*³; естественной влажностью 13—17%; пористостью 43—46% и числом пластичности 7—15. Аллювиальные глины содержат песчаных частиц 8—12%, пылеватых 55—60%, глинистых 32—35% и имеют естественную влаж-

ность 24—30%, объемный вес их составляет 1,84—1,92 *г/см*³, удельный вес в среднем равен 2,74 *г/см*³, пористость 43—46% Аллювиальные пески преимущественно мелкозернистые, глинистые, с содержанием песчаных частиц 88%, пылеватых 8% и глинистых 4% и имеют в естественном залегании объемный вес 1,57—1,80 *г/см*³ и пористость 40—43% (Курынин и др, 1954)

Грунтовые воды на территории района залегают на глубине от 3 до 5 *м*, местами до 10 *м* Минерализация их пестрая, но всюду повышенная — от 1—2 до 25 *г/л* Воды с минерализацией до 1 *г/л* преимущественно гидрокарбонатно-кальциевые С повышением минерализации возрастает содержание сульфатов и воды становятся сульфатно-хлоридно-натриевыми с общей жесткостью до 77 *мг·экв/л* Коэффициенты фильтрации всех пород района изменяются в пределах от 1 до 3 *м/сутки*

Район развития морских каспийских отложении четвертичного возраста (А-IV-2) примыкает непосредственно к западному побережью Каспийского моря и, сужаясь на запад, узкой полосой протягивается в Манычский прогиб Он сложен морскими отложениями формации морских трансгрессий Каспия хвалынской, хазарской и бакинской Это — сложное чередование глин, суглинков, супесей и песков общей мощностью 200—250 *м*, характеризующихся сильной изменчивостью показателей физико-технических свойств пород Так, например, супеси в своем составе содержат до 80% песчаных частиц, 12% пылеватых и 7% глинистых В суглинках увеличивается содержание глинистой фракции до 16% Глины — песчанистые, содержат песчаных частиц 5—27%, пылеватых 27—56% и глинистых 36—45% Пески обычно тонкозернистые с содержанием пылеватых и глинистых частиц до 15% Супеси имеют объемный вес 1,46—1,78 *г/см*³, удельный вес 2,71—2,74 *г/см*³, естественную влажность 6—18%, пористость 40—47% Глины имеют объемный вес 1,6—2,0 *г/см*³, удельный вес 2,75—2,78 *г/см*³, естественную влажность 18—30%, пористость 38—43% Пески характеризуются объемным весом, равным в рыхлом состоянии 1,22—1,72 *г/см*³, а в уплотненном — 1,46—1,92 *г/см*³

Грунтовые воды на территории района залегают на глубине 1—3 *м*, редко больше По составу они сульфатно-хлоридно-натриевые, с общей минерализацией 25—100 *г/л*, агрессивные по отношению к бетону Коэффициент фильтрации пород 1—3 *м/сутки*

Раион развития эоловых песков на морских и аллювиальных отложениях четвертичного возраста (А-IV-3) расположен в южной части области и примыкает к долине р Терека Он характерен холмисто-грядовым рельефом, образованным эоловыми песками за счет перевевания морских и аллювиальных отложений Эоловые пески относятся к формации полупустынь Пески мелкозернистые серовато-бурые и желтовато-бурые, кварцевые с небольшим количеством темноцветных минералов Мощность песков равна 5—6 *м*, содержание песчаной фракции в них достигает 90% Остальную часть породы составляют пылеватые и глинистые частицы Объемный вес песка в рыхлом состоянии колеблется от 1,36 до 1,65 *г/см*³, а в уплотненном состоянии — от 1,60 до 1,90 *г/см*³, удельный вес их равен 2,70—2,72 *г/см*³

Глубина залегания грунтовых вод на территории района колеблется от 3 до 10 *м*, минерализация их составляет 1—2 *г/л* По составу воды пестрые, но чаще гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые и гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые.

Условия строительства осложняются подвижностью развеваемых песков, а также заболачиванием вследствие высокого положения уровня грунтовых вод.

II. РЕГИОН АЛЬПИЙСКИХ ПЕРЕДОВЫХ (КРАЕВЫХ) ПРОГИБОВ (Б)

Скифская эпигерцинская платформа от мегантиклинория Большого Кавказа отделяется поясом передовых (краевых) прогибов; Кубанским — на западе и Терским — на востоке. Территория этих прогибов образует самостоятельный инженерно-геологический регион.

В физико-географическом отношении западная часть пояса прогибов образует равнину, наклоненную от подножия Большого Кавказа к долине Кубани. На западе к Прикубанской равнине примыкают дельта р. Кубани и Таманский полуостров. Все реки, прорезающие эту часть региона, относятся к бассейну Кубани.

Восточная часть пояса прогибов представляет собой аккумулятивную равнину, наклоненную к северу и осложненную двумя широтно вытянутыми хребтами — Терским и Сунженским. Между Большим Кавказом и Передовыми хребтами расположены Кабардинская, Осетинская и Чеченская равнины. Вся территория дренируется р. Тереком с притоками и р. Сулаком.

В соответствии с особенностями геоморфологии различных частей региона выделяются следующие инженерно-геологические области: 1) низкогорного и холмистого эрозионно-тектонического рельефа на Таманском полуострове; 2) современной аллювиальной равнины в дельте Кубани; 3) аллювиально-пролювиальной равнины верхнеплиоценового и четвертичного возраста — Прикубанская наклонная равнина; 4) Терско-Сунженская область низкогорного и холмистого рельефа на Передовых антиклинальных хребтах и в межгорных впадинах; 5) наклонных аллювиально-пролювиальных равнин в Восточном Предкавказье (Кабардинская, Осетинская и Чеченская наклонные равнины); 6) современной аллювиальной равнины в дельте Терека; 7) аккумулятивно-абразионного рельефа морского побережья Каспия.

Область низкогорного и холмистого эрозионно-тектонического рельефа на Таманском полуострове (Б-I-1). Рельеф Таманского полуострова состоит из двух основных элементов: брахиантиклиналей и синклинальных мульд, выраженных соответственно в виде возвышенностей и плоских низменных равнин. На брахиантиклинальных возвышенностях имеются как действующие, так и бездействующие грязевые вулканы, конусы которых сложены сопочной брекчией, представляющие собой темно-серую или зеленовато-серую глинистую массу с обломками мергелей, песчаников и сланцеватых глин. Территория Таманского полуострова расчленена слабо, длина овражно-балочной сети на 1 *км*^{2} составляет 0,3—0,4 *км*, а глубина местных базисов эрозии — от 50 до 100 *м*.

Геологическое строение полуострова характеризуется тем, что коренная основа сложена осадочными породами верхнего плиоцена, относимыми к молассовой формации, а поверхностные отложения представлены лёссовыми породами. В инженерно-геологическом отношении коренные породы не изучены. Их можно отнести к инженерно-геологической группе пластичных пород с песчаными и полускальными. Это песчанистые глины, пески и ракушечники мэотического, понтического, киммерийского, куяльницкого ярусов и таманского горизонта мощностью в несколько сотен метров, обнажающиеся в ядрах антиклиналей.

Также не изучены в инженерно-геологическом отношении и лёссовые породы, залегающие в верхней части разреза во всех понижениях рельефа. Мощность пород составляет 20—30 *м*, они слоисты и содержат пресноводную фауну, указывающую на их водный генезис. Толща лёссовых пород более детально не расчленялась. По механическому составу лёссовидные суглинки легкие, часто переходящие в супеси В связи с ограниченным распространением горных пород разных геолого-генетических комплексов, районы на территории области не выделяются.

На участках развития третичных образований грунтовые воды отсутствуют. В четвертичных отложениях они местами встречаются на глубинах 5—20 *м*. Минерализация вод пестрая — до 1—2 *г/л*. По отношению к бетону они неагрессивны.

Область современной аллювиальной равнины в дельте Кубани (Б-II-1). Область современной дельты Кубани представляет собой равнину площадью около 3,5 тыс. *км*^{2}, слабо наклоненную на северо-запад в сторону Азовского моря. Ее высота постепенно повышается от уровня моря на юго-восток до 16—20 *м*. Равнинная поверхность дельты осложнена древними прирусловыми валами и широкими плоскими впадинами старых лиманов. Имеется большое количество заболоченных участков — плавней, а также характерных ериков и гряд сглаженной формы.

Геологическое строение области простое. Четвертичные породы представлены аллювиальными, озерно-лиманными и морскими отложениями. По литологическому составу это различные суглинки, супеси, пески и песчаные глины, очень часто иловатые. Эти породы мощностью 5—15 *м* залегают на разнообразных, стратиграфически нерасчлененных древнечетвертичных образованиях, представленных также суглинками и глинами мощностью в несколько десятков метров. Весь комплекс поверхностных отложений, развитых в дельте, относится к формации предгорных равнин.

Поверхностные отложения подстилаются плиоцен-миоценовыми отложениями молассовой формации, которые представлены песчано-глинистой толщей так называемых надрудных слоев, переходящих западнее в морские куяльницкие и киммерийские осадки. В инженерно-геологическом отношении изучены лишь современные отложения поймы.

Суглинки и супеси содержат песчаных частиц 1—20%, пылеватых 30—94% и глинистых 3—22%. Они характеризуются объемным весом 1,10—1,69 *г/см*^{3}; удельным весом 2,71—2,76 *г/см*^{3}; пористостью 35—58%; естественной влажностью 19—26%; пластичностью: $W_t = 22—42$, $W_p = 19—33$, $M_p = 9—17$; сопротивлением сдвигу: $\varphi = 15—20°$ и $C = 0{,}2$ *кг/см*^{2}; коэффициентом сжатия 0,078—0,127 *см*^{2}*/кг* в интервале нагрузок 0—2 *кг/см*^{2} (Гончаров и др., 1947).

Пески по механическому составу тонкозернистые, с содержанием фракции размером 0,05—0,25 *мм* 73—91%. Они в естественном залегании имеют объемный вес 1,58—1,60 *г/см*^{3} и пористость 41—42%.

Глины в своем составе содержат до 15% песчаных частиц, до 25—50% пылеватых и 30—45% глинистых и имеют средний удельный вес 2,70 *г/см*^{3}; объемный вес 1,66 *г/см*^{3}; естественную влажность 20—30%; пористость 40—50%; показатели пластичности: $W_t = 32—70$, $W_p = 20—37$, $M_p = 19—40$; сопротивление сдвигу: $\varphi = 20—30°$ и $C = 0{,}27$ *кг/см*^{2}. По опыту строительства оросительных систем заложение откосов в каналах принимается в глинистых грунтах 1 : 1,5 и в песчаных 1 : 2,25. По характеру развитых грунтов территория области представляет собой единый инженерно-геологический район.

Грунтовые воды на территории дельты залегают неглубоко (1—5 *м*) и характеризуются общей минерализацией 0,4—2,3 *г/л*. По отношению к бетону они агрессивны. Коэффициент фильтрации глинистых песков 0,26—1,45 *м/сутки*, суглинков 0,02—1,30 *м/сутки*.

Область аллювиально-пролювиальной равнины верхнеплиоценового и четвертичного возраста — Прикубанская наклонная равнина (Б-III). Прикубанская наклонная равнина примыкает с юга к подножию Большого Кавказа и полосой шириной 80—120 *км* протягивается от дельты Кубани на восток до водораздела между реками Кубанью и Кумой. Равнина долинами левых притоков Кубани расчленена на ряд междуречных плато, вытянутых на северо-запад и север. Абсолютные отметки наклонной равнины на юге достигают 300 *м*, снижаясь на север до нескольких десятков метров. В долине Кубани и ее притоков хорошо сохранились уступы нескольких террас, высота которых вниз по течению уменьшается. Эрозионная расчлененность области может быть охарактеризована следующими данными. Глубина местных базисов эрозии составляет 75—150 *м*, а длина овражно-балочной сети на 1 *км*^{2} территории 0,4—0,5 *км*.

По характеру развитых в области горных пород выделяются следующие инженерно-геологические районы.

Район развития лёссовых пород на правом берегу нижней части долины Кубани (Б-III-1) с запада примыкает к дельтовой равнине, с юга — к долине Кубани, а северо-восточная его граница проходит по долине р. Бейсуга. Территория района представляет собой слабо террасированную равнину с абсолютными высотами 80 *м* на востоке и 20 *м* на западе. Степные реки (Кирпили, Бейсуг и др.) имеют широкие слабо разработанные долины, в которых хорошо развиты пойма и первая надпойменная терраса высотой до 10 *м*.

Коренными породами здесь являются надрудные слои верхнеплиоценового возраста. Это — глины с прослоями песков общей мощностью около 100 *м*. Поверхностные отложения представлены древнечетвертичными озерно-лиманными песчаными темно-серыми глинами с прослоями песков общей мощностью 20 *м*, а также среднечетвертичными аллювиальными образованиями общей мощностью 10—20 *м*, которые перекрываются верхнечетвертичными лёссовидными суглинками мощностью 5—10 *м*. Породы коренной основы принадлежат к инженерно-геологической группе пластичных песчаных пород, а поверхностные отложения — к инженерно-геологическим группам связных, песчаных и лёссовых пород.

Суглинки содержат в своем составе песчаных частиц 10—40%, пылеватых 20—70%, глинистых 20—30% и имеют объемный вес 1,62—1,90 *г/см*^{3}; удельный вес 2,72 *г/см*^{3}; естественную влажность 14—20%; показатели пластичности: W_t=30—35, W_p=15—25, M_p=10—15; пористость 40—43%; коэффициент сжатия 0,01—0,04 *см*^{2}/*кг* в интервале нагрузок 0—2 *кг/см*^{2}; сопротивление сдвигу: φ=16—20°, C=0,18—0,20 *кг/см*^{2} (Гончаров и др., 1947).

Пески по своему составу тонкозернистые и содержат до 5—7% пылеватых и глинистых частиц. Их объемный вес в естественном залегании 1,53 *г/см*^{3}, удельный вес 2,6—2,7 *г/см*^{3}, пористость 40—50%, коэффициент фильтрации 8—20 *м/сутки*.

Нижне- и среднечетвертичные глины содержат песчаных частиц до 15%, пылеватых 30—45%, глинистых 35—55%; их объемный вес 1,8—1,9 *г/см*^{3}; удельный вес 2,68—2,70 *г/см*^{3}; естественная влажность

15—25%; показатели пластичности: $W_t=34—60$, $W_p=17—31$, $M_p=16—33$; сопротивление сдвигу: $\varphi=15—20°$ и $C=0,3—0,4$ *кг/см²*.

Глины надрудных слоев содержат песчаных частиц 1—5%, пылеватых 35—40%, глинистых 45—50%; их объемный вес 1,7—1,9 *г/см³*, удельный вес 2,6—2,8 *г/см³*; пористость 35—40%; показатели пластичности: $W_t=40—50$, $W_p=20—30$, $M_p=20$; сопротивление сдвигу: $\varphi=20°$ и $C=0,3—0,4$ *кг/см²*.

Грунтовые воды на территории района залегают на глубине 5—10 *м*, их минерализация 1—2 *г/л* и более

Район развития аллювиальных и делювиальных отложений в долине Кубани и ее притоках (Б-III-2). Река Кубань, выйдя на Прикубанскую наклонную равнину, выработала глубокую и широкую долину. Она имеет пойму шириной до 10 *км* и серию надпойменных террас. В районе г. Краснодара первая надпойменная терраса высотой 10—15 *м* хорошо развита на правом берегу. Датируется она как верхнечетвертичная. Вторая надпойменная терраса, среднечетвертичная по возрасту, развита вдоль правого борта долины и имеет высоту над урезом воды 20—30 *м*. Более древние террасы в районе Краснодара погребены и прослеживаются в долине на участке, где она имеет широтное направление. Хорошо разработанные и широкие долины в пределах Прикубанской наклонной равнины имеют и левые притоки Кубани — реки Уруп, Белая, Лаба и др.

В долине Кубани развита мощная толща аллювиальных отложений четвертичного возраста, представленная сложным чередованием глин, суглинков, песков и иногда галечников. Поверхности всех надпойменных террас перекрыты лёссовидными суглинками, верхний ярус которых имеет верхнечетвертичный возраст. Весь комплекс поверхностных отложений в долине Кубани относится к формации предгорных равнин и входит в инженерно-геологические группы лёссовых пород, а также связных пород с песчаными и обломочными.

В районе г. Краснодара лёссовидные суглинки, залегающие на второй надпойменной террасе (Ларионов, 1949), имеют мощность 5—9 *м* и содержат песчаных частиц до 40%, пылеватых 50—70%, глинистых 9—16%. Их объемный вес 1,6—1,8 *г/см³*; удельный вес 2,54—2,68 *г/см³*; естественная влажность 14—21%; пористость 38—45%; показатели пластичности: $W_t=22—32$, $W_p=15—20$, $M_p=5—17$; коэффициент сжатия 0,015—0,074 *см²/кг* в интервале нагрузок 0—1 *кг/см²* и 0,009—0,035 *см²/кг* в интервале нагрузок 1—3 *кг/см²*; сопротивление сдвигу: $\varphi=14—20°$ и $C=0,32—0,60$ *кг/см²*.

Пески, развитые на пойме и подстилающие лёссовидные суглинки, являются мелко- и среднезернистыми. Они содержат 5—9% глинистых частиц и обладают плывунными свойствами.

Глины, участвующие в строении поймы и низких террас, содержат песчаных частиц до 25%, пылеватых до 60%, глинистых 20—35%. Их объемный вес 1,85—1,90 *г/см³*; удельный вес 2,64—2,69 *г/см³*; естественная влажность около 25%; пористость 38—44%; число пластичности 15—25; коэффициент сжатия 0,013—0,043 *см²/кг* в интервале нагрузок 0—1 *кг/см²* и 0,008—0,022 *см²/кг* в интервале нагрузок 1—3 *кг/см²*; сопротивление сдвигу: $\varphi=20°$ и $C=0,4$ *кг/см²*. В составе отложений поймы встречаются илы и иловатые глины мощностью 1—3 *м*. Они отличаются очень высокой влажностью (до 45%) и высокой пористостью, достигающей 58%. Эти породы способны легко выдавливаться из-под сооружений. В составе отложений поймы и низких террас встречаются разнородные песчано-галечниковые отложения. Они содержат в своем составе 60—70% песка и 30—40% галечника

и обладают высокой водопроницаемостью. Коэффициент их фильтрации может достигать 160—180 *м/сутки*.

В долине р. Белой, кроме покровных суглинков, широко развиты флювиогляциальные и древнеаллювиальные галечники, которые в своем составе содержат 10—20% материала крупнее 50 *мм*, 60—70% гальки размером 2—50 *мм* и около 20% материала мельче 2 *мм*. Эти галечники имеют объемный вес 1,95 *г/см*^{3} и диаметр 0,5 *мм*. Коэффициент фильтрации их 40—75 *м/сутки*. Распространенные здесь древнечетвертичные озерные глины содержат около 39% глинистых частиц, 51% пылеватых и 10% песчаных. Их объемный вес 1,96 *г/см*^{3}; удельный вес 2,77 *г/см*^{3}; влажность 25%; пористость 40—43%; пластичность: $W_t=63$, $W_p=25$, $M_p=38$; сопротивление сдвигу: $\varphi=17°$ и $C=0{,}55$ *кг/см*^{2}; модуль деформации 6,5 *мм/м* при нагрузках 2 *кг/см*^{2} и 22 *мм/м* — при нагрузках 4 *кг/см*^{2} (Шмаков и др., 1951).

Глины надрудных слоев — песчанистые. Они содержат 30—40% песчаных частиц, 40—50% пылеватых и 20—30% глинистых. Их объемный вес 2 *г/см*^{3}; удельный вес 2,77 *г/см*^{3}; пластичность: $W_t=48$, $W_p=20$, $M_p=28$; сопротивление сдвигу: $\varphi=22°$ и $C=0{,}7$ *кг/см*^{2}. Переслаивающиеся с глинами пески — разнозернистые. Их объемный вес в рыхлом состоянии равен 1,32 *г/см*^{3}, в плотном состоянии 1,63 *г/см*^{3}, удельный вес 2,70 *г/см*^{3}, пористость в рыхлом сложении 51%, в плотном сложении 38%, коэффициент фильтрации около 10 *м/сутки*.

Грунтовые воды на пойме залегают на глубине 1—5 *м*, на низких террасах на глубине 5—10 *м*, минерализация их до 1 *г/л*, в ряде случаев они агрессивны по отношению к бетону (при содержании HCO_3 до 1,5 *мг·экв/л*).

Условия строительства осложняются оползнями, широко развитыми по правому борту долины Кубани и в долинах ее притоков. В оползневых смещениях участвуют делювиальные суглинки и подстилающие их отложения. Основной причиной образования оползней является эрозионная подрезка склонов рекой и в ряде случаев переувлажнение глинистых пород грунтовыми водами. На пойме вследствие высокого положения уровня грунтовых вод наблюдаются явления заболачивания.

Район развития флювиогляциальных и делювиальных отложений (Б-III-3) представляет собой собственно Прикубанскую равнину и расположен между подножием Большого Кавказа и средним течением Кубани. Это наклоненная на юг равнина, расчлененная левыми притоками Кубани на ряд междуречных плато. Основной чертой геологического строения района является широкое развитие флювиогляциальных отложений, представленных галечниками, гравием, песками с песчано-суглинистым заполнителем. Мощность их несколько десятков метров. Флювиогляциальные отложения перекрываются слоем делювиальных лёссовидных суглинков верхнечетвертичного возраста мощностью 6—12 *м*. Весь комплекс поверхностных отложений, развитых в районе, относится к формации предгорных равнин.

Лёссовые суглинки неоднородны по составу. Среди них встречаются легкие и тяжелые разности, содержащие песчаных частиц 5—15%, пылеватых 60—90%, глинистых 5—30%. Их объемный вес изменяется в пределах 1,53—1,70 *г/см*^{3}; удельный вес 2,65—2,74 *г/см*^{3}; пластичность: $W_t=25$—64, $W_p=15$—30, $M_p=5$—24; влажность 10—20%; пористость 42—49%; сопротивление сдвигу: $\varphi=8$—20° и $C=0{,}30$—0,78 *кг/см*^{2}. В некоторых случаях лёссовые суглинки обладают просадочными свойствами. Коэффициент относительной просадочности может дости-

гать 0,02—0,04 при бытовых нагрузках и 0,04—0,08 при нагрузке 3 *кг/см*^{2}.

Флювиогляциальные отложения как по разрезу, так и по простиранию сильно изменяются по составу. В зависимости от содержания и состава заполнителя изменяется их водопроницаемость. Коэффициент фильтрации их изменяется от 17 до 190 *м/сутки* (Гончаров и др. 1947).

Грунтовые воды на территории района заключены в флювиогляциальных песчано-галечниковых отложениях, глубина их залегания 5—15 *м*, минерализация пестрая — до 1—3 *г/л*. По отношению к бетону воды агрессивны в редких случаях.

Терско-Сунженская область Передовых хребтов и межгорных впадин (Б-IV). Эта область характеризуется низкогорным рельефом. Основными орографическими элементами ее являются Терский и Сунженский антиклинальные хребты высотой до 900 *м*, которые разделены синклинальной Алханчуртской долиной. Вся территория области характеризуется значительной эрозионной расчлененностью. Длина овражно-балочной сети на 1 *км*^{2} составляет более 1 *км*, а глубина местных базисов эрозии достигает 250—300 *м* и более.

По составу и свойствам развитых в области горных пород выделяются следующие инженерно-геологические районы.

Район развития аллювиальных и пролювиально-делювиальных отложений в долине Терека (Б-IV-1) характеризуется широким развитием поверхностных отложений и глубоким залеганием пород коренной основы. Поверхностные отложения представлены современным и древнечетвертичным аллювием Терека, а также лёссовыми породами, покрывающими поверхности террас.

Современные аллювиальные отложения, представляющие собой супеси и пески с гравийными прослоями, слагают пойму и русло реки. Их мощность достигает 10—15 *м*. Супеси содержат песчаных частиц 60—80%, пылеватых 20—30%, глинистых 3—5% и имеют объемный вес 1,75—2,00 *г/см*^{3}. Удельный вес супесей составляет 2,67—2,70 *г/см*^{3}, влажность 20—28%, пористость 37—45%, коэффициент сжатия 0,010—0,016 *см*^{2}*/кг* в интервале нагрузок 0—2 *кг/см*^{2}. Пески, залегающие в основании низких террас, мелко- и среднезернистые. Их удельный вес 2,71 *г/см*^{3}, объемный вес в естественном залегании 1,56 *г/см*^{3}, коэффициент фильтрации 2—9 *м/сутки*.

Широко распространены в районе лёссовидные суглинки и супеси. На низких террасах они покрывают аллювиальные отложения слоем в несколько метров, а на самой высокой террасе, так называемой Надтеречной плоскости, по правобережью Терека они залегают толщей мощностью до 70 *м*. Возраст толщи предположительно верхне- и среднечетвертичный. В разрезах наблюдается сложное чередование суглинков и супесей. Наиболее распространены легкие суглинки и тяжелые супеси, которые содержат песчаных частиц 5—40%, пылеватых 45—85%, глинистых 6—18% и имеют удельный вес 2,60—2,80 *г/см*^{3}; объемный вес 1,31—2,00 *г/см*^{3}; влажность 6—13%. Характерной чертой их является недоуплотненность. Пористость этих пород изменяется от 39 до 54% и в среднем составляет 48%. Показатели пластичности (средние) для суглинков: $W_t=28$, $W_p=19$, $M_p=10$ и для супесей $W_t=25$, $W_p=50$, $M_p=5$. Недоуплотненность лёссовых пород обусловливает их резко выраженные просадочные свойства. Коэффициент относительной просадочности их для бытовых нагрузок изменяется в пределах 0,010—0,182, при дополнительной нагрузке в 1 *кг/см*^{2} он возрастает на 30—35%, а при увеличении ее до 3 *кг/см*^{2} — на 50% и более. Мощность просадочной толщи в среднем составляет 16 *м*, но нередко про-

садочными являются и породы, залегающие глубже. Величина просадок земной поверхности в результате замачивания, по наблюдениям на Мало-Кабардинской оросительной системе, может достигать 2—3 *м*. В настоящее время при строительстве Надтеречного канала для устранения просадочности применяется предварительное замачивание лёссовых пород по так называемой пионерной траншее Замачивание продолжается в течение нескольких месяцев.

Грунтовые воды в пойме залегают на глубине 1—3 *м*, на первой и второй террасах — на глубине до 10—13 *м*. На пойме часто наблюдаются явления заболачивания. В лёссовых породах грунтовые воды не вскрыты.

Район развития песчано-глинистых пород в пределах Терского и Сунженского хребтов (Б-IV-2) сложен третичными породами молассовой формации мощностью во много сотен метров.

По составу и инженерно-геологическим свойствам глины майкопа и сармата аналогичны таковым, развитым в пределах Ставропольского поднятия (район А-II-1). Выветрелые глины караганского и чокракского ярусов характеризуются содержанием песчаных частиц до 15%, пылеватых 16—49%, глинистых до 75%. Их объемный вес изменяется в пределах 1,87—2,98 *г/см*^{3}; удельный вес 2,67—2,72 *г/см*^{3}; влажность 21—44%; пористость 41—52%; пластичность: $W_t=40—48$, $W_p=17—29$, $M_p=17—27$; сопротивление сдвигу: $\varphi=13—26°$, $C=0,28—0,94$ *кг/см*^{2}; коэффициент сжатия 0,015—0,020 *см*^{2}*/кг* в интервале нагрузок 2—4 *кг/см*^{2}.

Поверхностные отложения представлены породами формации горных склонов. Это — лёссовидные суглинки делювиального генезиса и делювиальные глины преимущественно современного возраста. Их мощность на гребневых частях хребтов 1—3 *м*, а в нижних частях склонов достигает 20 *м*. Суглинки содержат 8—18% песчаных частиц, 56—68% пылеватых и 18—28% глинистых. Они имеют объемный вес 1,53—1,78 *г/см*^{3}; удельный вес 2,69—2,73 *г/см*^{3}; влажность 9—22%; коэффициент пористости 0,835—0,943; пластичность: $W_t=31—39$, $W_p=16—20$, $M_p=14—20$. В ряде случаев лёссовидные суглинки просадочны, коэффициент их относительной просадочности составляет 0,03—0,04, изредка достигая величины 0,100. В г. Грозном при возведении жилых зданий для борьбы с просадочностью лёссовидных суглинков в ряде случаев применялось удаление верхней, наиболее просадочной части лёссовых пород и замена ее уплотненной песчаной подушкой.

Инженерно-геологические условия района осложняются широким развитием оползневых процессов. Оползни распространены на склонах хребтов в районе Малгобека, Вознесенской, Горагорской, Ачалуки, на многих нефтепромыслах в районе г. Грозного. В смещениях принимают участие глинистые породы как делювиального чехла, так и выветрелая часть коренных глин. Мощность смещающихся пород составляет от 2—3 до 20 *м*. В районе имеются как современные активные оползни, так и стабилизировавшиеся оползни, смещения которых происходили в древнечетвертичное время. Основные причины возникновения современных активных оползней: эрозионная и искусственная подрезка склонов, избыточное увлажнение пород как грунтовыми, так и хозяйственными водами, перегрузка склонов при производстве различного рода работ и разупрочнение горных пород в процессе выветривания.

Как показал опыт борьбы с оползневыми явлениями у входного портала тоннеля Алхан-Чуртского канала на Сунженском хребте, эффективным оказался следующий комплекс противооползневых меро-

приятий: частичная разгрузка склона путем удаления сползающих грунтовых масс, создание земляного контрфорса в нижней части оползня, упорядочение поверхностного стока и создание на спланированном оползневом склоне дернового покрова путем посева трав и посадки кустарников. Попытки стабилизации оползней на ряде нефтепромыслов в районе городов Грозного и Малгобека путем осуществления какого-либо одного мероприятия (разгрузка части оползневого массива или устройство свайных рядов в активной части оползней и др), успеха не имели. Для борьбы с оползнями здесь требуется проведение комплекса мер, направленных на устранение действия основных причин, вызывающих развитие оползней

Грунтовые воды на территории района распространены спорадически, глубина их залегания 5—20 *м*

Район развития пролювиально-делювиальных лессовых пород в Алханчуртской долине (Б-IV-3) расположен в межгорной впадине между Терским и Сунженским хребтами. Выполнена эта впадина мощной толщей песчано-галечниковых отложении древнечетвертичного и верхнеплиоценового возраста, которые сверху перекрыты толщей делювиально-пролювиальных лессовых пород мощностью в несколько десятков метров. Эти породы по составу и инженерно-геологическим свойствам аналогичны лессовым породам Надтеречной плоскости (район Б-IV-1). Они также сильно просадочны В районе Алханчуртского канала можно наблюдать просадки земной поверхности на глубину 2—3 *м* Вследствие большой мощности просадочной толщи пород (15—20 *м*) при строительстве необходимо применять предварительное замачивание грунтов

Грунтовые воды здесь залегают глубоко и мелкими инженерно-геологическими скважинами не вскрываются

Область наклонных аллювиально-пролювиальных равнин в Восточном Предкавказье (Б-V-1). Эта область включает три наклонные равнины: Кабардинскую, Осетинскую и Чеченскую, расчлененные реками Тереком, Сунжей и их многочисленными притоками Долины рек разработаны хорошо. Длина овражно-балочной сети, приходящейся на 1 *км*^{2} территории, составляет 0,3—0,4 *км*, а глубина местных базисов эрозии 150—175 *м*.

Коренные песчано-глинистые породы третичного возраста на территории области перекрыты мощной толщей поверхностных отложений формации предгорных равнин, которые представлены флювиогляциальными, делювиальными и аллювиальными образованиями.

На поверхности всех террас, на склонах долин и на водораздельных пространствах залегают лессовидные суглинки различной мощности — от 1 до 15 *м*. Среди них развиты как тяжелые, так и легкие разности По Н А. Моисееву, в районе г. Нальчика они характеризуются содержанием глинистых частиц 10—25%, пылеватых 65—82%, песчаных 5—15% Суглинки имеют объемный вес 1,6—1,8 *г/см*^{3}; удельный вес 2,69—2,71 *г/см*^{3}; влажность 10—25%; пористость 40—49%, пластичность $W_t=26—47$, $W_p=18—28$, $M_p=8—16$; сопротивление сдвигу: $\varphi=19—23°$, $C=0{,}07—0{,}25$ *кг/см*^{2}; коэффициент сжимаемости 0,01—0,05 *см*^{2}/*кг* в интервале нагрузок 0—3 *кг/см*^{2}. Некоторые разности суглинков на высоких террасах просадочны. Коэффициент их относительной просадочности составляет 0,02—0,04, в отдельных случаях достигая величины 0,12

Флювиогляциальные галечники в междуречье Урух-Терек имеют мощность более 50 *м* и по механическому составу характеризуются содержанием галек размером более 40 *мм* 33—59%, галек размером

40—2 *мм* 31—45%, песка 10—15%, глинистых частиц 2—3% Их объемный вес 1,9—2,1 *г/см*³, а коэффициент фильтрации в среднем равен 30 *м/сутки* (Моисеев, 1953)

Суглинки высоких террас в районе г Орджоникидзе содержат в своем составе 13—15% песчаных частиц, 42—60% пылеватых, 17—41% глинистых и имеют удельный вес 2,70—2,78 *г/см*³, объемный вес 1,7—1,8 *г/см*³, пористость до 50%, влажность 20—30%, пластичность W_t=30—54, W_p=21—35, M_p=9—18, сопротивление сдвигу φ=9—14° и C=0,3—0,6 *кг/см*² (Зайцев и др, 1936)

Лессовидные суглинки Чеченской равнины также характеризуются слабо выраженными просадочными свойствами Здесь у оснований склонов гор развиты еще и делювиальные глины, которые имеют объемный вес 1,98—2,07 *г/см*³, удельный вес 2,68—2,73 *г/см*³, влажность 20—30%, число пластичности 18—35, сопротивление сдвигу φ=11—21° и C=0,15—0,30 *кг/см*², коэффициент сжатия их в интервале нагрузок 0—2 *кг/см*² равен 0,01—0,03 *см*²/*кг*

Грунтовые воды залегают на глубинах 2—20 *м*, минерализация их до 1 *г/л* Воды агрессивны по отношению к бетону при содержании HCO_3 до 1,5 *мг·экв/л*

Инженерно-геологические условия в ряде мест, в особенности на Чеченской равнине, осложняются развитием оползневых процессов на склонах долин рек Оползневыми смещениями захвачены делювиальные глины и суглинки Причинами образования оползней являются эрозионная подрезка склонов и переувлажнение глинистых пород грунтовыми и поверхностными водами

Область современной аллювиальной равнины в дельте р. Терека (Б-VI-1). Дельтовая равнина рек Терека и Сулака представляет собой слабо наклоненную к Каспийскому морю равнину Абсолютные отметки равнины от 10—20 *м* на западе снижаются до —27 *м* на востоке Рельеф равнины полого-волнистый, обусловленный многочисленными старыми руслами и реликтами меандр В настоящее время вся дельтовая равнина покрыта сетью ирригационных каналов и весь сток рек разбирается на орошение

Располагаясь в области глубокого Терско-Каспийского прогиба, район дельты Терека характеризуется накоплением мощной толщи аллювиальных отложений, в прибрежной части чередующихся с морскими отложениями Каспия Лишь мощность современного аллювия достигает 80—100 *м* Представлен он сложным чередованием пылеватых глин, суглинков, супесей и песков Относятся они к формации предгорных равнин и к инженерно-геологической группе связных пород с песчаными

Слоистые синевато-серые глины в своем составе содержат глинистых частиц 35—40%, пылеватых 49—63, песчаных до 10% и до 5% гумуса Их объемный вес изменяется в пределах 1,70—2,05 *г/см*³, удельный вес 2,6—2,8 *г/см*³, влажность 18—36%, пористость 40—49%, пластичность W_t=45—66, W_p=14—44, M_p=28—37, сопротивление сдвигу φ=8—14° и C=0,2—0,4 *кг/см*², коэффициент сжимаемости 0,002—0,146 *см*²/*кг* в интервале нагрузок 0,0—1,5 *кг/см*² Средние и легкие суглинки содержат 6—16% песчаных частиц, 50—75% пылеватых и 15—25% глинистых Их объемный вес 1,8—20 *г/см*³, пористость изменяется в пределах 39—48%, сопротивление сдвигу φ=20° и C=0,2 *кг/см*, коэффициент сжатия 0,010—0,065 *см*²/*кг* в интервале нагрузок 0—2 *кг/см*² Супеси отличаются меньшим содержанием глинистого материала Пески преимущественно мелкозернистые глинистые, их

объемный вес в естественном залегании около 1,8 *г/см*³ (Вржежевский, 1950).

Грунтовые воды залегают на глубине 1—3 *м*. Их минерализация колеблется от 2 до 25 *г/л* и увеличивается с запада на восток. Грунтовые воды агрессивны по отношению к обычным маркам бетона, так как содержат более 250 *мг/л* SO_4''.

Инженерно-геологические условия района осложняются размывом берегов многочисленных проток и явлениями заболачивания.

Область аккумулятивно-абразионного рельефа морского побережья Каспия (Б-VII-1). Территория области узкой полосой вытянута с запада на восток по склонам Передовых хребтов и вдоль побережья Каспийского моря. Она представляет собой террасированную равнину, примыкающую к склонам гор. Здесь развито несколько террас Каспия. Высота их уступов колеблется от 10 до 110 *м*. По возрасту различают террасы: бакинскую, хазарскую, хвалынскую и современную.

В геологическом строении области принимают участие терригенные третичные породы и поверхностные отложения формации морских трансгрессий Каспия. Третичные отложения в районе г. Махачкалы представлены известняками, песками и глинами верхнего сармата мощностью около 900 *м*.

По В. С. Жеваго (1940), известняки и песчаники — прочные с $\sigma_{сж}$ = 634—677 *кг/см*². Переслаивающиеся с ними пески мелкозернистые, с объемным весом в естественном залегании 1,40—1,62 *г/см*². Темно-серые глины верхнего сармата в выветрелой зоне содержат в своем составе 3—7% песчаных частиц; их объемный вес 2,60—1,80 *г/см*³; удельный вес 2,59—2,79 *г/см*³; пористость 45—50%; влажность 16—28%; пластичность: $W_t=53$, $W_p=29$, $M_p=24$.

Поверхностные отложения представлены чередованием тонких слоев глин и песков (ленточные глины), глинистыми песками, сцементированными галечниками каспийских террас и делювиальными суглинками склонов.

В составе ленточных глин присутствует до 50% тонкопесчаного материала. Объемный вес этих глин изменяется в пределах 1,4—1,9 *г/см*³; удельный вес 2,70 *г/см*³; естественная влажность 14—33%; пористость 35—52%. Осадка штампа площадью 900 *см*² составляла при нагрузке 3 *кг/см*² 5,12 *мм/м* и при нагрузке 9 *кг/см*² 27,7 *мм/м*. Древнекаспийские глинистые пески — тонкозернистые, легко переходят в плывунное состояние.

В делювиальных суглинках склонов на участках развития скальных пород содержится много обломков известняков и песчаников. Сами же суглинки характеризуются средним содержанием песчаных частиц, равным 40%, пылеватых 60—70%, глинистых 20%. Их объемный вес 1,6—2,0 *г/см*³, удельный вес 2,6—2,8 *г/см*³, влажность 12—25%, пористость 44—51%.

Грунтовые воды на территории района залегают на глубинах от 0,5 до 6 *м*, минерализация их 0,3—0,6 *г/л*, по отношению к обычным маркам бетона они неагрессивны. Инженерно-геологические условия района осложняются наличием оползней, развивающихся в делювиальных глинистых отложениях склонов. Основные причины, вызывающие развитие оползней, это подмыв оснований склонов, увлажнение глинистых пород грунтовыми и поверхностными водами и разупрочнение горных пород в процессе выветривания.

РЕГИОН МЕГАНТИКЛИНОРИЯ БОЛЬШОГО КАВКАЗА (В)

Инженерно-геологическое районирование мегантиклинория Большого Кавказа построено на формационном анализе территории с учетом принципов районирования, изложенных в начале главы В ряде случаев формации выделены укрупненно, как, например, терригенно-карбонатная (J_3—Cr_2) и интрузивно-метаморфическая (Cm—Pz_3). Отделить комплексы терригенных пород от карбонатных и интрузивных от метаморфических в масштабе карты практически невозможно ввиду резкой фациальной и литологической изменчивости образований. Тем более это невозможно сделать для флишевых и субфлишевых отложений

Мегантиклинорий Большого Кавказа располагается к югу от передовых прогибов и орографически выражен системой линнейно вытянутых хребтов, отражающих его структурно-литологическое строение К северу от этих хребтов рельеф становится все более мягким и пологим, постепенно переходя в Предкавказскую равнину.

Как уже указывалось выше, горная система Большого Кавказа в геологическом отношении представляет собой резко асимметричный в поперечном сечении мегантиклинорий, распадающийся на несколько структурных зон.

На территории региона локально развиты продукты кайнозойского магматизма, тяготеющие к Эльбрусской и Казбекской вулканическим областям Широким площадным развитием, но небольшой мощностью, характеризуются рыхлые четвертичные образования, приуроченные к днищам и склонам эрозионных и тектонических депрессий Они представлены ледниковыми, флювиогляциальными, аллювиальными, пролювиальными и склоновыми (делювиальными, обвально-осыпными, солифлюкционными и оползневыми) накоплениями

В геоморфологическом отношении регион мегантиклинория Большого Кавказа делится на три области

1 Область развития высокогорного ледниково-тектонического и эрозионно-тектонического рельефа на докелловейских складчато-глыбовых структурах.

2 Область внутригорной Северо-Юрской структурно-эрозионной депрессии

3 Область развития преимущественно среднегорного эрозионно-тектонического и структурно-эрозионного рельефа на позднемезозойских палеоген-неогеновых моноклинальных, моноклинально-складчатых, изоклинальных и коробчатых структурах.

Область развития высокогорного ледниково-тектонического и эрозионно-тектонического рельефа на докелловейских складчато-глыбовых структурах (В-I). Эта область включает наиболее приподнятый участок Большого Кавказа, соответствующий Главному и Боковому (Передовому) хребтам Герцинские, альпийские и неотектонические движения в совокупности с экзогенными процессами привели к формированию двух типов современного рельефа высокогорной области ледниково-тектонического и эрозионно-тектонического

Сочетание различных климатических, орографических и геологических особенностей высокогорья вызывает активное развитие снежных лавин, обвалов, осыпей, селей, солифлюкционных и оползневых процессов В сейсмическом отношении высокогорная область Большого Кавказа целиком входит в 6—7-балльную зону (Кириллова, Сорский и др , 1960)

По характеру развитых в области геолого-генетических комплексов горных пород, соответствующих определенным формациям, выделяются следующие инженерно-геологические районы

Район преимущественного развития докембрийских — нижнепалеозойских кристаллических сланцев, прорванных гранитоидами Главного хребта (В-I-1) Этот район совпадает с центральной частью горст-антиклинория Главного хребта, сложенной сильно дислоцированными кристаллическими сланцами, гнейсами и мигматитами, прорванными равномернозернистыми гранитами Белореченского и Балкарского петрохимических комплексов Характерной особенностью восточной части района является широкое развитие четвертичных липаритовых и андезито дацитовых лав нескольких генераций и их туфов (Эльбрусский и Верхне-Чегемский подрайоны В-I-1а) Перечисленные комплексы кристаллических пород локально перекрыты рыхлыми четвертичными образованиями, среди которых максимальное распространение и мощность имеют моренные, флювиогляциальные и пролювиальные накопления в верховьях рек Лабы, Кубани, Малки, Баксана, Ардона и др

Выветрелая зона коренных пород мощностью 80—100 *м*, местами перекрытая несортированным материалом, представляет единый водоносный комплекс с заключенными в нем пресными и ультрапресными водами с общей минерализацией 0,05—0,10 *г/л* По химическому составу преобладают гидрокарбонатно-кальциево-магниевые воды Дебит многочисленных родников коры выветривания составляет 0,02—0,1 *л/сек*, он значительно больше в зонах тектонических нарушении (1—3 *л/сек*), а также в покровах кайнозойских эффузивных пород и моренных накоплениях (до 10 *л/сек*) Помимо пресных вод, в районе широко распространены углекислые минеральные источники более глубокой циркуляции Пресные источники характеризуются карбонатной агрессивностью (содержание HCO_3' от 0,2 до 14 *мг · экв/л*), а углекислые минеральные — карбонатной и сульфатной агрессивностью (содержание SO_4'' до 500 *мг/л*)

Из физико-геологических процессов, развитых в данном районе, следует отметить грязе-каменные потоки (сели), обычно возникающие при прорыве подпруженных ледниковых озер, и снежные лавины В нивальной зоне развиваются солифлюкционные процессы и небольшие оползни-оплывины

Все комплексы коренных пород относятся к инженерно геологической группе скальных пород, по прочности (по классификации Протодьяконова) к I—II категориям, а по строительной классификации и по буримости — к IX—X категориям Рыхлые поверхностные отложения (морены, пролювий и др) являются грубообломочными несвязными отложениями и относятся к III—IV категориям по строительной классификации и VI—VII категориям по буримости

Район широкого развития метаморфических пород нижнего — верхнего палеозоя (В-I-2) В общей тектонической схеме Большого Кавказа этот район целиком совпадает с Тырныауз-Пшекишской шовной зоной, или зоной Передового хребта, сложенной несколькими формациями пород

1 Сильно дислоцированными и глубокометаморфизованными сланцами и гнейсами нижнего(?)—среднего палеозоя, прорванными серпентинитами, габбро амфиболитами и гранитоидами уруштенского магматического комплекса (подрайон В-I-2а)

2 Комплексом вулканогенно-осадочных пород девона—нижнего карбона рассланцованными диабазами, кварцевыми порфирами, туфа-

ми, туфобрекчиями, туфопесчаниками, переслаивающимися с песчаниками, конгломератами, известняками, филлитизированными глинистыми сланцами (подрайон В-I-2б).

3. Комплексом сероцветных и красноцветных, преимущественно континентальных (молассовых) отложений среднего и верхнего карбона, перми и частично триаса: сероцветными аргиллитами, алевролитами, песчаниками с многочисленными прослойками сланцев и каменных углей (средний—верхний карбон), а также красноцветными пермскими песчаниками, алевролитами, кроме того, аргиллитами, конгломератами, реже известняками (подрайон В-I-2в).

Коренные породы локально перекрыты рыхлыми четвертичными породами различного генезиса, повсюду незначительной мощности.

В рассматриваемом районе подземные воды характеризуются трещинным (в кристаллических сланцах и гранитоидах) и пластово-трещинным (в известняках и конгломератах) типом циркуляции. По характеру минерализаций преобладают гидрокарбонатно-кальциево-магниевые воды (общая минерализация до 0,3 *г/л*), а в зонах сульфидного оруденения — сульфатно-кальциевые (общая минерализация до 0,5—3 *г/л*). По отношению к бетону пресные воды характеризуются сульфатной и слабой карбонатной агрессивностью (содержание HCO_3' от 1 до 16 *мг·экв/л*, SO_4'' — свыше 250 *мг/л*).

В данном районе протекают те же физико-геологические процессы, что и в предыдущем. В более широких масштабах наблюдается образование осыпей и конусов выноса у склонов, сложенных глинистыми сланцами карбона.

Все комплексы коренных пород района относятся к инженерно-геологической группе скальных пород и часть их (кристаллические сланцы, гнейсы, гранитоиды, метаморфизованные эффузивы и др.) по классификации Протодьяконова относятся ко II—III категориям, по строительной классификации и по буримости к VIII—X категориям. Филлитизированные глинистые сланцы, углистые сланцы, алевролиты и другие, по Протодьяконову, относятся к IV—V категориям, по строительной классификации — тоже к IV—V категориям, а по буримости — к V—VI категориям.

Район развития эффузивно-осадочной толщи нижней юры Северо-Западного Кавказа (В-I-3). Господствующими отложениями этого района являются мощные толщи терригенных пород, собранные в узкие изоклинальные складки и насыщенные продуктами подводной вулканической деятельности: черные аргиллиты, плотные и сланцеватые кварцево-аркозовые песчаники и кварциты, чередующиеся с потоками порфиритов, кварцевых порфиров и их туфов. На общем фоне вулканогенно-осадочных пород нижней юры выделяется выступ кристаллических пород фундамента в верховьях рек Белой и Пшехи (подрайон В-I-3а).

Рыхлые четвертичные отложения представлены маломощными элювиально-делювиальными и аллювиально-флювиогляциальными накоплениями. Гораздо большую мощность (до 30—40 *м*) имеют суглинисто-щебнистые образования многочисленных конусов выноса.

Подземные воды района носят преимущественно пластовый и пластово-трещинный характер. Дебит родников в среднем составляет 0,05—0,1 *л/сек*. Преобладают гидрокарбонатно-кальциево-натриевые и гидрокарбонатно-кальциево-магниевые воды, нередко характеризующиеся слабой карбонатной и сульфатной агрессивностью (содержание HCO_3' до 1,5 *мг·экв/л*, SO_4'' около 250 *мг/л*). Общая минерализация их до 0,5 *г/л*.

Терригенный характер коренных пород и своеобразие климата способствуют широкому развитию в районе подвижных осыпей, селей. В ограниченных масштабах развиваются оползни—сплывы элювия и делювия по коренным породам.

Развитые в пределах района породы относятся к инженерно-геологическим группам скальных (кристаллические породы, порфириты, кварцевые порфиры и их туфы) и полускальных (аргиллиты, глинистые сланцы) пород. Первые по классификации Протодьяконова относятся ко II—III категориям ($f=10—15$), вторые по всем названным классификациям относятся к IV—V категориям.

Рыхлые четвертичные отложения относятся к породам несвязным грубообломочным и связным с включением грубообломочных.

Район широкого развития терригенных отложений нижней и средней юры Восточного Кавказа (В-I-4). На большей части района распространены аспидные сланцы с подчиненным значением кварцито-песчаников, потоков диабазов, порфиритов и их туфов (подрайон В-I-4а). В северных и восточных районах горного Дагестана распространена мощная толща массивных грубых песчаников аалена с прослоями алевролитов, аргиллитов и каменного угля (подрайон В-I-4б).

Рыхлые четвертичные отложения небольшой мощности представлены аллювиальными галечниками, делювиальными суглинками и суглинисто-щебенистыми накоплениями конусов выноса.

Водоносность аспидной толщи ничтожна. Более водообильными являются ааленские песчаники, где дебит родников достигает 1—2 *л/сек*. Весьма водообильны родники аллювиального комплекса, где дебит их достигает 5 *л/сек*. Воды гидрокарбонатно-кальциевые (натриевые), иногда с повышенным содержанием сульфатов и хлора. По отношению к бетону в некоторых случаях они обладают слабой карбонатной и сульфатной агрессивностью (содержание HCO_3' от 0,8 до 2 *мг·экв/л*, SO_4'' — около 250 *мг/л*). Помимо пресных источников, в бассейнах Терека, Аварского и Андийского Кой-Су имеются минеральные источники.

Континентальность климата и преобладание легковыветривающихся толщ глинистых пород способствуют резкому снижению лавиноопасности в этом районе (Тушинский, 1949). Однако летом в период ливней возможны многочисленные разрушительные сели.

Аспидные сланцы по названным выше классификациям относятся к V категории ($f=4—5$), ааленские песчаники, по Протодьяконову, — к IV категории, по строительной классификации — к VI и по буримости — к V категории.

Область развития внутригорной структурно-эрозионной Северо-Юрской депрессии (В-II). Область отделяет высокогорную часть северного склона Большого Кавказа от полосы куэстовых предгорий. В структурном отношении Северо-Юрская депрессия является южной частью Лабино-Малкинской зоны с двухэтажным строением и сложена, за исключением отдельных участков, глинистыми сланцами и песчаниками нижней и средней юры. Наличие мощной терригенной толщи обусловливает развитие здесь холмистого и низкогорного рельефа. Поверхность депрессии ступенчато поднимается на юго-восток от 1100—1200 *м* в бассейне р. Лабы до 2000—2300 *м* на Кубано-Терском водоразделе, для которого характерны плоские, заболоченные формы рельефа (Бечасынское плато). Северо-Юрская депрессия прорезана хорошо террасированными долинами рек Лабы, Б. и М. Зеленчуков, Кубани и Урупа. По данным Н. А. Лебедевой (1956), наибольшее развитие получают пер-

вая, вторая и третья надпойменные террасы, достигающие ширины нескольких километров и сложенные хорошо окатанным галечником кристаллических пород и глинистых сланцев. В ряде случаев наблюдаются тектонические деформации террас.

Существенным препятствием для будущего освоения области могут явиться многочисленные оползни, развитые вдоль южного борта Скалистого хребта.

Вся область в связи с однообразием геологического строения представляет собой один инженерно-геологический район преимущественного распространения юрских терригенных осадков (В-II-1), на территории которого выделяются подрайоны развития других комплексов пород. На большей части территории района развиты плинсбахские и тоарские песчаники и черные аргиллиты, а также ааленские железистые песчаники и среднеюрские (байос-батские) буровато-черные глины, аргиллиты и алевролиты. В бассейне верхнего течения р. Малки широко развиты кристаллические и метаморфические сланцы нижнего палеозоя, прорванные серпентинитами и красными (малкинскими) гранитами (подрайон В-II-1а). В районе г. Карачаевска значительную территорию слагают массивы нижнеюрских порфиритов, обычно залегающие в форме пластовых интрузий (подрайон В-II-1б).

Рыхлые четвертичные образования представлены аллювиальными галечниками и мощными делювиально-оползневыми накоплениями, развитыми практически на всем южном подножье эскарпа Скалистого хребта.

Подземные воды имеют трещинный тип циркуляции в кристаллических породах Малкинского и Кубанского подрайонов и пластово-трещинный — в нижнеюрских терригенных отложениях. Глинистая толща средней юры практически безводна. Дебиты родников непостоянны и в среднем составляют 0,1—0,2 *л/сек*. Преобладают гидрокарбонатно-кальциево-магниевые или гидрокарбонатно-натриево-кальциевые воды с общей минерализацией до 0,5—0,7 *г/л*. Помимо пресных, имеются и углекислые минеральные источники, приуроченные к бассейнам рек Кубани, Теберды и др.

Физико-технические свойства глинистых сланцев нижней и средней юры, по данным В. К. Родэ (1959), в районе Даховской ГЭС на р. Белой характеризуются следующими данными: объемный вес 2,40—2,64 *т/м*^{3}; удельный вес 2,67—2,84 *г/см*^{3}; влажность 4—6%; пористость 6—18%; коэффициент сдвига при нагрузке 5 *кг/см*^{2}: по слоистости — 0,38, перпендикулярно слоистости — 0,50, бетона по сланцу — 0,40, делювия по сланцу — 0,38; временное сопротивление сжатию по слоистости 60—70 *кг/см*^{2} и перпендикулярно слоистости 100—120 *кг/см*^{2}.

Четвертичные отложения района Даховской ГЭС характеризуются следующими показателями физико-технических свойств: элювий глинистых сланцев имеет объемный вес 2,05 *г/см*^{3}; удельный вес 2,75 *г/см*^{3}; пористость 36%; влажность 18%; коэффициент сдвига при нагрузке 5 *кг/см*^{2} 0,40.

Древнеаллювиальные галечники с супесчаным заполнителем имеют объемный вес 2,14 *г/см*^{3}, удельный вес 2,70 *г/см*^{3}, пористость 25%, влажность 7%, коэффициент сдвига при нагрузке 5 *кг/см*^{2} — 0,63.

Современные аллювиальные отложения имеют объемный вес 2,1 *г/см*^{3}, удельный вес 2,73 *г/см*^{3}, влажность 6%, пористость 28%.

Делювиальные отложения имеют объемный вес 2 *г/см*^{3}, удельный вес 2,73 *г/см*^{3}, пористость 37%, влажность 16%, коэффициент сдвига при нагрузке 5 *кг/см*^{2} 0,39.

В районе строящейся обогатительной фабрики Урупского медноколчеданного месторождения (верховье р. Урупа) выветрелые глинистые сланцы нижней юры характеризуются следующими показателями физико-технических свойств: удельный вес 2,62—2,75 *г/см*³; естественная влажность 9—10%; пределы пластичности: $W_t=22—28$, $W_p=17—22$; $M_p=6—9$. Делювиально-оползневые накопления в этом же районе имеют влажность 21—33%; удельный вес 2,64—2,75 *г/см*³; объемный вес 1,7—2,06 *г/см*³; объемный вес скелета грунта 1,40—1,70 *г/см*³; пористость 37—48%; коэффициент пористости 0,6—0,9; пределы пластичности: $W_t=31—52$, $W_p=18—32$, $M_p=13—20$. Сопротивление сдвигу: $C=0,4—0,7$, $\varphi=14—33°$.

Кристаллические породы Малкинского и Кубанского подрайонов относятся к инженерно-геологической группе крепких скальных пород.

Область развития преимущественно среднегорного эрозионно-тектонического и структурно-эрозионного рельефа на позднемезозойских-палеоген-неогеновых моноклинальных, моноклинально-складчатых, изоклинальных и коробчатых структурах. Эта область окаймляет горное сооружение северного склона Большого Кавказа и в геоморфологическом отношении распадается на три сегмента: 1) Северо-Западный Кавказ—средневысотный Черноморский Кавказ; 2) Центральный — куэстовый район Северо-Кавказской моноклинали и 3) Восточный — внутренний (горный) известняковый и внешний предгорный Дагестан. Описание их приводится в главе «Геоморфология».

По типам развитых комплексов пород в области выделяются следующие инженерно-геологические районы.

Район развития мезо-кайнозойского терригенно-карбонатного флиша Северо-Западного Кавказа (В-III-1) целиком сложен породами флишевой и субфлишевой формаций верхней юры — палеогена (отчасти и неогена). Наибольшее развитие имеет верхнеюрский — меловой флиш (подрайон В-III-1а), представленный ритмичным чередованием темных глин, песчаников, конгломератов, глинистых известняков, цементных мергелей, алевролитов и песчаников.

Палеоген-неогеновые породы непрерывной полосой обрамляют северную границу выходов мелового флиша (подрайон В-III-1б) и локально развиты вдоль Черноморского побережья Кавказа (подрайон В-III-1в). Палеоцен-эоценовые отложения в подрайонах В-III-1б, В-III-1в представлены карбонатным флишем. Олигоцен-миоценовые образования в подрайоне В-III-1б выражены песчаниками, конгломератами, глинами, алевролитами и диатомитами.

В районе г. Сочи (подрайон В-III-1в) наиболее широко развиты Мацестинская, Хостинская и Сочинская песчанистые и песчано-глинистые свиты.

Поверхностные породы четвертичного возраста распространены повсеместно, но наибольшую мощность они имеют на участках развития палеоген-неогеновых отложений, подверженных быстрому выветриванию (суглинки и глины), а также в узкой приморской полосе и в долинах рек (пески, галечники).

Водообильность пород обусловлена характером их литологии и трещиноватости. Наряду с низкодебитными источниками (до 0,1 *л/сек*) в закарстованных районах встречаются источники с дебитом до 20—30 *л/сек*. Воды большей частью пресные гидрокарбонатно-кальциевые, неагрессивные по отношению к бетону.

Из физико-геологических процессов, развитых в районе, следует отметить оползни, развитые по Черноморскому побережью, а также

карст и сели. По данным Н. Н. Федоровского и В. И. Нечаева (1964), только на участке железной дороги между городами Туапсе и Сочи (около 100 *км*) насчитывается 126 оползней. Оползневым смещениям подвержены делювиально-элювиальные образования мощностью от 1 до 35 *м*.

По данным указанных авторов, наиболее часто встречающиеся разновидности делювиальных отложений характеризуются следующими показателями (табл. 82).

Таблица 82

Показатели некоторых физико-технических свойств делювиальных отложений

Делювий	Характеристика пород делювия	Естеств влажность, %	Сдвиг φ	C, кг см²	Предельн. значен. углов естественных откосов
Эоцена	Суглинки и пылеватые глины с обломками песчаников	22—26	14—16	0,14	20—40
Олигоцена	Суглинки и глины темно-бурые и серые с редкими обломками песчаников и мергелей	20—39	15—16	0,07—0,20	14—23
Миоцена	Глины темно-бурые и серые, пылеватые с обломками мергеля	25—36	13	0,14	14—20
Палеоцена и меловой системы	Суглинистая обломочно-щебнистая масса	—	—	—	25—50

Палеогеновые глины района г. Туапсе характеризуются (Чайка, 1954) удельным весом 2,59—2,78 *г/см*³; объемным весом 1,69—1,75 *г/см*³; пористостью 49—50%; влажностью 29—34%, пластичностью: $W_t = 39—61$, $W_p = 23—31$, $M_p = 16—30$. Делювиальные суглинки в этом же районе имеют влажность порядка 37—40%; объемный вес 1,73 *г/см*³; сопротивление сдвигу: $\varphi = 19°$ и $C = 0{,}03$ *кг/см*². В районе пос. Головинка (устье р. Шахе) делювиальные суглинки и глины имеют объемный вес 1,90—2,05 *г/см*³; удельный вес 2,56—2,61 *г/см*³: пористость 37—47%; показатели пластичности: $W_t = 44—52$, $W_p = 26—37$, $M_p = 18—25$; влажность 24—30%; коэффициент фильтрации 0,02 *м/сутки*.

Район преимущественного развития карбонатно-терригенных отложений мезо-кайнозоя Северо-Кавказской моноклинали (В-III-2). В геологическом строении района принимают участие верхнеюрские — нижнемеловые глины, глинистые и известковистые песчаники, битуминозные и органогенно-обломочные известняки и известняки верхнего мела. В западной части района широко развиты эоцен-миоценовые известняки, мергели, песчаники, карбонатные глины (подрайон В-III-2а), а в центральной части — кайнозойские покровы туфов и туфолав липарито-дацитового и дацитового состава (Нижне-Чегемский подрайон В-III-2б). Коренные породы повсеместно перекрыты делювиально-элювиальными суглинками и глинами. Днища речных долин сложены песчано-галечниковыми отложениями мощностью до 15—20 *м* при выходе в предгорья.

В гидрогеологическом отношении Северо-Кавказская моноклиналь характеризуется широким распространением пресных и минеральных вод в верхней юре, валанжине, апт-альбе и в верхнем мелу. Преобла-

дают пресные гидрокарбонатно-кальциевые воды с минерализацией до 0,5 *г/л* и минеральные гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые воды нередко с сероводородом, с минерализацией 2 *г/л* и более (Тамисские сероводородные источники на р. Ардоне и др.). По отношению к бетону они обладают сильной сульфатной агрессивностью (содержание сульфатов до 1500 *мг/л*). В районе создались благоприятные условия для прогрессирующего развития карстовых форм: воронок, провалов, пещер, нередко заполненных водой (оз. Церик-кель глубиной 258 *м* в долине р. Черека). Развитие карста связано главным образом с выщелачиванием известняков, а к западу от р. Малки — гипсов в титонских отложениях. Кроме карста, в данном районе широко распространены оползни, развивающиеся главным образом в элювиально-делювиальных отложениях миоценовых глин и частично в выветрелой зоне мезозойских пород.

Примером последних может служить оползень на участке Гизельдонской ГЭС, активизировавшийся в результате подрезки склона котлованом в 1932 г. Подвижки захватили участок длиной около 100 *м* и шириной 80 *м*, угрожая устойчивости здания ГЭС. Оползнем были захвачены не только делювиальные отложения, но и выветрелая зона нижнемеловых глинистых мергелей. С целью ликвидации последствий оползневого смещения пород и предупреждения развития новых оползней был проведен комплекс строительных мероприятий, заключавшихся в удалении отвалов грунта, перегружавших склон. Кроме того, была осуществлена планировка склона, сооружен упорный блок, заглубленный в прочные невыветрелые мергели, а также создана система дренажных галерей и нагорных канав.

Помимо этого, весь склон был засажен древесной и кустарниковой растительностью. После осуществления всех этих мероприятий оползневые подвижки на склоне полностью прекратились.

Физико-механические свойства коренных пород и рыхлых четвертичных образований для некоторых участков рассматриваемого района, по данным В. К. Родэ (1959), Н. Я. Денисова и др., характеризуются следующими показателями (табл. 83, 84).

Таблица 83

Физико-технические свойства коренных пород

Породы и их возраст	Влажность, %	Объемн. вес, *т/м*³	Удельн. вес, *т/м*³	Пористость, %	Коэффициент сдвига при нагрузке 5 *кг/см*²	Временное сопротивление сжатию *кг/см*²
Песчаники келловея	4,5	2,44	2,75	13	0,60	40
Известняки оксфорд-кимериджа	—	2,52	2,69	4	0,62	500
Глины титона	23,0	1,94	2,75	27	0,32	5
Известняки титона	1,4	2,52	2,74	9	0,62	260
Песчаники титона	1,0	2,25	—	—	0,50	40
Известняки верхнего мела	0,7	2,36	2,59	5	—	160

Грубообломочные несвязные породы (аллювиальные валунно-галечниковые отложения с песчаным и песчано-суглинистым заполнителем) характеризуются объемным весом, равным 2,00—2,12 *г/см*³, удельным весом 2,64—2,70 *г/см*³, пористостью 20—34%, коэффициентом фильтрации 36—62 *м/сутки*.

Таблица 84

Физико-технические свойства делювиальных отложений

Порода	Влажность, %	Объемн. вес, г/см³	Удельный вес, г/см³	Пористость, %	Показатели пластичности			Сдвиг		Коэфф. сжимаем., см²/кг
					W_t	W_p	M_p	φ°	C, кг/см²	
Суглинки и глины в районе Баксанской ГЭС	18—29	1,61—1,96	2,65—2,74	40—60	28—45	24—30	4—15	14—19	0,2	0,02
Суглинки и глины в районе Советской ГЭС на р. Череке	—	1,47—1,84	2,67—2,72	—	35—47	21—23	14—24	14—18	0,3	0,01
Суглинки в районе ст. Усть-Джегутинской на р. Кубани	14	1,56	2,68	—	31	19	12	—	—	—

Эффузивы Нижне-Чегемского вулканического района большей частью сильно выветрелые с поверхности и по классификации Протодьяконова относятся к III—IV категориям, по строительной классификации — к V—VI категориям и по буримости — к VI—VII категориям.

Район широкого развития карбонатно-терригенных отложений мезо-кайнозоя Восточного Кавказа (В-III-3). Здесь выделяются два подрайона.

1. Подрайон преимущественного развития верхнеюрских—меловых известняков известнякового Дагестана (В-III-3а). Наибольшее развитие здесь имеют мальмские, неокомские и верхнемеловые известняки, собранные в крупные сундучные и коробчатые складки.

Из физико-геологических процессов, развитых в подрайоне, следует отметить карст, относительно слабо выраженный, а также оползни делювиально-пролювиальных образований по кровле коренных пород. Примером может служить грандиозный оползень на р. Мочок (правый приток Андийского Койсу), образовавшийся в июле 1963 г. Длина его достигает 6 *км*, а ширина в языке 1,2—1,5 *км*.

Карбонатные породы подрайона, по Протодьяконову, относятся к IV—V категориям, по строительной классификации и по буримости — к VII—VIII категориям.

2. Подрайон развития палеоген-неогеновых глинистых и карбонатно-глинистых пород внешнего предгорного Дагестана (В-III-3б).

Первый от поверхности водоносный горизонт приурочен здесь к глинистому делювию. Он отличается слабой водообильностью и высокой минерализацией с большим содержанием сульфатов (до 2000 *мг/л*), что определяет агрессивность вод по отношению к бетону.

Наличие легковыветривающихся глинистых толщ благоприятствует широкому развитию структурно-пластических и пластических оползней.

По своим инженерно-геологическим свойствам глинисто-карбонатные породы подрайона относятся к группам полускальных и пластичных пород. По классификации Протодьяконова они относятся к VII—VI категориям с коэффициентом крепости 1—2, по строительной классификации — к IV—V категориям, а по буримости — к III—IV категориям. Характеристика свойств глинистых пород майкопа и пород, их подстилающих, приведена при описании первых двух регионов.

ВЫВОДЫ И ЗАДАЧИ ДАЛЬНЕЙШИХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Подземные воды Северного Кавказа формируются в весьма сложных геологических, гидрогеологических и физико-географических условиях. Они развиты во всех стратиграфических комплексах. от четвертичного до докембрийского включительно.

В наиболее благоприятных условиях питания находятся водоносные комплексы, развитые в горной и предгорной частях Северного Кавказа, и в весьма неблагоприятных — водоносные горизонты степных и засушливых районов восточной части равнины.

В коре выветривания докембрийско-палеозойских, мезозойских, палеогеновых и неогеновых отложений и в перекрывающих их четвертичных образованиях развиты пресные (до 1 *г/л*) и с повышенной минерализацией (1—3 *г/л*) грунтовые воды В средней и нижней частях разреза дочетвертичных образований формируются напорные воды. Минерализация и химический состав их весьма различны и зависят от литологического состава водовмещающих пород, глубин залегания, условий циркуляции и разгрузки. В докембрийско-палеозойских породах напорные воды чаще имеют повышенную минерализацию и пестрый химический состав Водообильность отложений слабая; модуль естественных ресурсов не превышает 0,1 *л/сек · км*^{2}

В образованиях нижней юры и аалена преобладают напорные воды с повышенной и даже с высокой минерализацией (3—40 *г/л*), преимущественно хлоридно-натриевого состава. Водообильность их слабая; модуль естественных ресурсов по ориентировочным расчетам составляет 0,1—0,01 *л/сек · км*^{2}.

Отложения средней юры (батский и байосский ярусы), сложенные глинистыми сланцами и реже вулканогенными образованиями, относятся к слабоводоносным (практически безводным). Водоносность их проявляется лишь в зоне выветривания пород и на участках, нарушенных тектоникой

Напорные воды верхней юры и нижнего мела имеют сравнительно небольшую минерализацию (до 1 *г/л*). По химическому составу они чаще относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-натриевым.

Водообильность этих отложений более высокая; модули естественных ресурсов по ориентировочным расчетам составляют от 0,9 до 0,1 *л/сек · км*^{2}.

Модули естественных ресурсов напорных вод верхнемеловых отложений варьируют в широких пределах — от 0,5 до 0,001 *л/сек · км*^{2}.

В отложениях палеогена формируются напорные воды с повышенной (1—3 *г/л*), но чаще с высокой минерализацией (10—30 *г/л*), хлоридно-натриевого состава. Водообильность их слабая, модули естественных ресурсов по ориентировочным расчетам составляют 0,01—0,001 *л/сек · км*^{2}

Толща глин майкопской серии является практически безводной Исключение составляют средняя и нижняя части ее — зеленчукский и хадумский горизонты. В зеленчукском горизонте развиты грунтовые и напорные воды с повышенной минерализацией (1—3 *г/л*) пестрого состава, в хадумском — напорные, чаще высокоминерализованные (15—30 *г/л*), хлоридно-натриевого типа. Водообильность отложений обоих горизонтов очень низкая.

В неогеновых отложениях (район предгорий) в верхней части их разреза формируются грунтовые воды, а в средней и нижней — напорные. Грунтовые и напорные воды неогеновых отложений обычно прес-

ные с сухим остатком до 1 *г/л*. Исключение составляют воды отложений нижнего сармата и среднего миоцена, имеющие часто повышенную (1—3 *г/л*) и даже высокую (10—30 *г/л*) минерализацию. Водообильность отложений сравнительно слабая (удельные дебиты скважин 0,1—0,5 *л/сек*, дебиты родников 0,5—2 *л/сек*, редко более).

В горной и предгорной частях территории Северного Кавказа особого внимания заслуживают грунтовые воды аллювиальных отложений, которые имеют здесь слабую минерализацию (0,3—0,5 *г/л*) и широко используются населенными пунктами, расположенными на древних террасах рек, для питьевых и хозяйственных нужд.

Аллювиальные отложения, при довольно значительных мощностях (особенно в среднем течении рек, где ширина долин достигает 1,5—2 *км* и более), отличаются высокой водообильностью (удельные дебиты скважин до 20 *л/сек*).

Таким образом, в горной и предгорной частях территории Северного Кавказа наиболее широкое развитие получили пресные грунтовые воды. Напорные же воды дочетвертичных отложений этой территории характеризуются малыми величинами модулей естественных ресурсов. При этом воды большинства водоносных комплексов на этой части территории (за исключением верхнеюрского и нижнемелового) обладают повышенной и высокой минерализацией. В равнинной части территории водоносные комплексы палеозойских, мезозойских, палеогеновых и миоценовых отложений погружаются на большие глубины и минерализация вод, заключенных в них, возрастет до 50—180 *г/л* и более. Для целей водоснабжения воды этих комплексов в равнинной части территории являются совершенно непригодными. Статические (геологические) запасы пресных вод горной части Северного Кавказа (меловых и верхнеюрских водоносных комплексов) по ориентировочным подсчетам составляют 8,4 *км*^{3}.

В равнинной части территории Северного Кавказа, в пределах артезианских бассейнов (Азово-Кубанского, Терско-Кумского и др.), широкое развитие получили водоносные горизонты четвертичных, плиоценовых и миоценовых отложений, воды которых широко используются населением для питьевых и хозяйственных нужд. Основное питание древнечетвертичных, плиоценовых и сарматских водоносных комплексов, развитых в Азово-Кубанском артезианском бассейне, осуществляется за счет грунтовых вод аллювиально-флювиогляциальных отложений, поверхностных вод р. Кубани, ее многочисленных притоков и атмосферных осадков; дополнительное питание (незначительное) происходит также со стороны Ставропольского поднятия. Естественные ресурсы пресных грунтовых и напорных вод этого бассейна по ориентировочным подсчетам составляют 53 *м*^{3}*/сек*.

Питание древнечетвертичных, верхнеплиоценовых водоносных комплексов Терско-Кумского артезианского бассейна осуществляется за счет грунтовых вод аллювиально-флювиогляциальных отложений, поверхностных вод рек Терека, Кумы и их притоков, а также атмосферных осадков; дополнительное питание этих и сарматского водоносных комплексов происходит со стороны Ставропольского поднятия. Естественные ресурсы пресных вод Терско-Кумского артезианского бассейна по ориентировочным подсчетам составляют 115,9 *м*^{3}*/сек*.

Питание четвертичных, плиоценовых и миоценовых водоносных комплексов, развитых на территории Ставропольского поднятия и его склонов, осуществляется за счет атмосферных осадков, непосредственно выпадающих на территории этого гидрогеологического района; питание за счет поверхностных вод рек — весьма слабое.

По территории Дагестанского артезианского бассейна эксплуатационные ресурсы четвертичного, сарматского и среднемиоценового водоносных комплексов, подсчитанные гидродинамическим методом при дополнительном понижении пьезометрического уровня до глубины 100 *м*, составляют 10,3 $м^3/сек$.

Статические (геологические) запасы пресных грунтовых и напорных вод горной и предгорной частей Северного Кавказа мезо-кайнозойских, палеозойских и докембрийских пород по ориентировочным подсчетам составляют 144 $км^3$, а пресных вод равнинной части территории Северного Кавказа 1271 $км^3$.

Подземные воды Северного Кавказа, как указывалось выше, используются не только для питьевого и технического водоснабжения, водопоя скота (на отгонных пастбищах), но также в бальнеологических (минеральные воды) целях и для теплофикации.

Ниже приводится краткое изложение основных задач по дальнейшему изучению подземных вод территории Северного Кавказа в разрезе их использования в той или иной отрасли народного хозяйства.

Изучение подземных вод в целях использования их для питьевого, технического водоснабжения и водопоя скота. В целях последующего изучения территорий, слабо освещенных в гидрогеологическом отношении, и наиболее рациональной эксплуатации подземных вод рекомендуется проведение следующих мероприятий.

1. Исследование грунтовых вод четвертичных отложений в равнинной части территории Северного Кавказа с составлением гидрогеологических карт масштаба 1 : 500 000 (гидрохимической, глубин залегания и гидроизогипс) и подсчетом эксплуатационных ресурсов по категориям А, В и С.

Постановка указанных исследований необходима ввиду слабой изученности грунтовых вод четвертичных отложений, широко используемых населением для питьевых и хозяйственных нужд.

2. В целях наиболее рационального использования подземных вод рекомендуется проведение крупномасштабных гидрогеологических исследований территорий, прилегающих к городам и крупным населенным пунктам, с подсчетом эксплуатационных ресурсов всех пресных подземных вод как грунтовых, так и напорных, независимо от глубин их залегания.

Необходимость проведения указанных исследований связана с ростом городов и населенных пунктов, а также с развивающимися промышленностью и сельским хозяйством, водоснабжение которых в основном осуществляется за счет подземных вод. Эти исследования должны включать следующие мероприятия:

1. Детальное изучение грунтовых и напорных вод в районах отгонных пастбищ для обеспечения питьевой, хозяйственной и скотопойной водой сельскохозяйственных предприятий.

2. Гидрогеологическое обследование родников горной и предгорной частей территории Северного Кавказа.

3. Подсчет эксплуатационных ресурсов грунтовых вод аллювиальных отложений крупных рек в горной и предгорной частях Северного Кавказа, где они являются единственным источником водоснабжения населенных пунктов, расположенных на древних террасах.

4. Проведение гидрогеологических исследований на территории Северного Кавказа с целью подсчета естественных ресурсов напорных вод и составления гидрогеологических карт

5. Подсчет эксплуатационных ресурсов по Азово-Кубанскому, Терско-Кумскому артезианским бассейнам и другим гидрогеологическим районам на основе имеющихся гидрогеологических карт.

Задачи по дальнейшему изучению минеральных вод. В предыдущих главах при описании гидрогеохимических провинций и отдельных месторождений минеральных вод выделялись объекты для первоочередного курортного строительства. Там же рассматривались задачи дальнейших гидрогеологических исследований конкретно по каждому месторождению, имеющему наиболее важное практическое значение. Здесь нам остается лишь осветить общие задачи дальнейших гидрогеологических исследований по проблеме минеральных вод описываемой территории. К числу таковых по месторождениям, находящимся в настоящее время в эксплуатации, относятся:

1. Завершение работ по разведке флангов их с применением современных методов геофизических исследований для изучения глубинной тектоники.

2. Подсчет эксплуатационных запасов с представлением материалов для утверждения ГКЗ по тем месторождениям, где такие работы не проводились или по какой-либо причине еще не закончены.

3. Дальнейшее производство систематических режимных наблюдений, с применением новейшей измерительной аппаратуры, с целью определения наиболее оптимальных условий эксплуатации месторождений и своевременного принятия неотложных мер в случае отрицательного влияния на режим их выпусков рудничных вод из тяжелых горных выработок, расположенных в пределах второй и третьей зон санитарной охраны (особенно при дренировании нижних штольневых горизонтов).

4. Завершение работ по крупномасштабному (не мельче 1 : 5000) геологическому картированию эксплуатирующихся месторождений.

5. Дальнейшие гидрогеологические изыскания должны производиться с таким расчетом, чтобы полностью исключить переразведку месторождений, все еще иногда имеющую место в практике работ, в связи с чем требования к геологическому обоснованию разведочных и особенно опорных скважин должны быть значительно повышены.

6. Критический анализ материалов по обоснованию зон санитарной охраны месторождений минеральных вод и в необходимых случаях пересмотр их.

7. Дальнейшее переоборудование всех каптированных источников на крановый режим, что исключит непроизводительный сброс минеральной воды и, следовательно, возможное истощение месторождений.

Одновременно с завершением гидрогеологических исследований на старых курортах уже сейчас возникает настоятельная необходимость в подготовке гидроминеральной базы для строительства новых здравниц. Поэтому в самое ближайшее время необходимо приступить к планомерным гидрогеологическим исследованиям на новых месторождениях минеральных вод, имеющих наиболее важное практическое значение. При этом в результате разведочных работ должны быть не только определены эксплуатационные ресурсы и наиболее рациональные конструкции каптажей источников, но и одновременно изучены вопросы водоснабжения будущих курортов и инженерно-геологических условий строительства их.

Весьма целесообразна также организация систематических режимных наблюдений за минеральными источниками, пока еще не используемыми в бальнеологических целях, но имеющими большую практическую ценность, на базе которых возможно создание крупных курортов.

Для этого потребуется создание специальной гидрогеологической станции, подобной тем, которые в настоящее время ведут наблюдения за режимом глубоких (артезианских) вод.

Не перечисляя всех указанных выше первоочередных объектов для курортного строительства, еще раз подчеркнем большие перспективы Чишкинского месторождения минеральных вод, являющегося аналогом широко известного Мацестинского. Огромные гидроминеральные ресурсы его, живописная местность, благоприятные климатические условия, близость от таких промышленных центров, как г. Грозный, позволяют говорить о строительстве здесь крупного бальнеологического курорта.

Первоочередными задачами дальнейших гидрогеологических исследований на этом месторождении являются проведение геологической съемки масштаба 1 : 5000 на площади 10—15 *км*^{2}, поисково-разведочное бурение с целью выведения минеральной воды из коренных пород вне русла р. Чанты-Аргуна, выполнение комплекса гидрогеологических изысканий по водоснабжению будущего курорта, инженерно-геологические исследования на территории, предназначенной для строительства

Задачи по дальнейшему изучению промышленных и термальных вод. Промышленные и термальные воды всего Северного Кавказа в целом изучены пока слабо. В отношении этой проблемы предстоит решить ряд задач, имеющих важное практическое и теоретическое значение.

Гидрогеологические условия большинства промышленно-нефтегазоносных площадей Северного Кавказа изучены далеко недостаточно Водоносные горизонты в пределах даже заведомо перспективных площадей чаще всего остаются необследованными со стороны гидрохимии и теплового режима. Отдельные результаты химического анализа вод непродуктивных в нефтегазоносном отношении пород отличаются недостаточной полнотой, так как содержание растворенных микроэлементов в них определяется очень редко. Из-за недостатка времени, отводимого на испытание горизонтов, неполностью вытесняется из скважин техническая вода, в результате чего анализы часто не отражают действительного химического состава подземных вод. Геотермические исследования нефтегазоносных и разведочных площадей часто проводятся формально и на низком техническом уровне.

Гидрохимическими обследованиями необходимо охватить возможно большее количество водоносных горизонтов, с обязательным определением весового содержания в водах полезных микрокомпонентов. По горизонтам с промышленными и термальными водами, гидравлически не связанными с нефтяными и газовыми залежами, необходимо проводить длительные режимные наблюдения за химическим составом, дебитами, температурой вод и пьезометрическими напорами. Проводить геотермические исследования электротермометром следует также и до опробования горизонтов, с обязательным предварительным простоем скважин достаточной продолжительности. В пределах разведуемых антиклинальных структур изучение естественного теплового режима глубоких горизонтов необходимо осуществлять минимум в трех скважинах, одна из которых должна быть пробурена в продуктивной части складки, а две другие — на ее крыльях, за контуром нефтегазоносности отложений

Как было показано выше, депрессионные зоны южной части Предкавказья являются наиболее перспективными на промышленные и термальные воды, а потому желательно планомерное разбуривание их в самое ближайшее время.

В частности, в качестве первоочередных объектов для поискового бурения на промышленные воды и парогидротермы могут служить многие районы Азово-Кубанской и Терско-Кумской депрессий, а также Восточно-Кубанская, Ардон-Терская и Алханчуртская впадины.

В целях наиболее эффективного использования промышленных и термальных вод в народном хозяйстве необходимо разработать научно-обоснованную методику комплексного освоения их.

В некоторых районах Северного Кавказа промышленные и термальные воды фонтанируют с небольшими дебитами. В связи с этим крайне желательно предварительно изучить возможности увеличения притоков воды в скважины путем различных методов интенсификации водоотдачи пород.

Одной из наиболее сложных и трудных является задача по изысканию объектов для сброса отработанных промышленных и термальных вод. В соответствии с требованиями по охране недр в ряде районов Северного Кавказа трудно выбрать горизонты, которые могли бы использоваться в качестве поглощающих. Для этого наиболее целесообразно, по-видимому, предусматривать сооружение бассейнов с целью естественного выпаривания отработанных вод и дальнейшей переработки рассолов по извлечению из них ценных химических элементов.

На Таманском полуострове выявлена йодоносность вод понтических, сарматских и караганских отложений, образующих здесь небольшие мульды. Глубокое разведочное бурение в этом районе даст возможность изучить более древние горизонты, в водах которых ожидаются микроэлементы с высокими промышленными концентрациями.

Оценка промышленных вод многих площадей Центрального и Восточного Предкавказья произведена лишь по сведениям об их химическом составе. Самые перспективные из этих площадей опробованы по нескольку раз, но в промежутках между отборами проб систематические выпуски воды из скважин не производились. По региону отсутствуют достоверные сведения о стабильности химического состава промышленных вод во времени. Нет таких сведений и по верхнесарматским йодоносным водам наиболее перспективных площадей Правобережной и Червленной. В качестве косвенного признака стабильности химического состава верхнесарматских вод могут служить лишь фактические данные по соседним площадям Старогрозненской и Октябрьской, где фиксируется высокое содержание йода. В районе площадей Правобережной и Червленной следует провести гидрогеологическое разведочное бурение с соответствующими режимными наблюдениями за водами с наиболее высокими содержаниями йода и других полезных микроэлементов.

На площади Датых в течение нескольких месяцев велись эпизодические обследования химического состава и дебита воды при аварийном фонтанировании скв. 6. При этом не замечено каких-либо изменений в режиме работы скважины, в том числе и в содержании йода и температуры на устье. На этой площади рекомендуются гидрогеологическое разведочное бурение и длительные всесторонние наблюдения за режимом промышленных и термальных вод.

Территория Дагестана в гидрогеологическом отношении изучена крайне неравномерно. Наибольшее количество фактических данных по промышленным и термальным водам относится к нефтегазоносным площадям Южного Дагестана. Северная половина республики такими сведениями освещена чрезвычайно слабо. Одной из основных задач по Дагестану, кроме вышеперечисленных, является разведочное гидрогеологическое бурение в районе площади Берикей, где ранее были выяв-

лены высокодебитные термальные воды в верхнемеловых известняках и установлено наиболее высокое содержание преимущественно борного ангидрида в подземных водах отложений от нижнего мела до фораминиферовых. Здесь необходимо продолжить многолетние всесторонние наблюдения за режимом наиболее ценных промышленных и термальных вод. Аналогичные работы на промышленные воды следует осуществить на площадях Дузлак, Дагогни и Хошмензил, а на термальные воды — на площадях Махачкала, Тернаир и Избербаш.

Экономически наиболее целесообразно термальные воды с температурой более 90° С использовать для выработки электроэнергии. А потому специальное гидрогеотермическое бурение необходимо начать с разведки уже выявленных перспективных площадей: Великой, Темиргоевской, Безводно-Ширванской, Апшеронской, Ровненской, Георгиевской, Али-Юрт, Октябрьской и Прасковейской. Резерв районов с перегретыми подземными водами можно увеличить с помощью поискового гидрогеотермического бурения в наиболее погруженных зонах тектонических впадин.

Теплофикация населенных пунктов требует больших материальных затрат по сооружению чрезвычайно разветвленной циркуляционной сети. В целях сокращения расхода каменного угля и горючего газа целесообразно дополнительно изучить и реализовать возможности по теплофикации за счет подземных вод городов Майкопа, Невинномысска, Георгиевска, Прикумска, Нальчика, Грозного и Махачкалы.

Необходимо осуществить также мероприятия по наибольшему внедрению термальных вод в сельскохозяйственное производство. На территории южной половины Предкавказья имеется несколько десятков районов, где после разведочных гидрогеотермических работ небольшого объема и режимных наблюдений термальные воды целесообразно направлять в теплицы и парники. При выборе площадей для первоочередной организации парниково-тепличных хозяйств необходимо принимать во внимание не только теплодинамические свойства подземных вод, но также почвенные и экономические условия районов.

Промышленные и термальные воды Северного Кавказа в большинстве своем обладают коррозионными свойствами. Поэтому необходимо разработать профилактические мероприятия по увеличению сроков службы геотермического оборудования и циркуляционных систем.

Задачи по охране подземных вод. Проблема охраны подземных вод Северного Кавказа, являющихся основным источником питьевого, хозяйственного и технического водоснабжения территории, приобретает в настоящее время большое практическое значение.

Охрана подземных вод должна осуществляться в направлении защиты от возможного их загрязнения и истощения в результате усиленной эксплуатации.

Загрязнение подземных вод может происходить от многих причин. В частности, к ним относится несовершенное оборудование каптажных сооружений, сброс промышленных и бытовых сточных вод в поверхностные водоемы и др. Наибольшему загрязнению подвергаются грунтовые воды, залегающие неглубоко от поверхности земли.

Это проявляется особенно заметно на территориях населенных пунктов, где отсутствуют канализационные системы. Борьба по охране грунтовых вод от бактериального загрязнения должна проводиться по линии благоустройства территории.

Напорные воды, обычно залегающие на больших глубинах и широко эксплуатируемые на территории Северного Кавказа, в санитарно-бактериологическом отношении являются безупречно чистыми (коли-

титр 300). Загрязнение их может происходить только в отдельных случаях, когда каптажные сооружения являются технически неисправными и способствуют проникновению поверхностных загрязненных вод. Как уже отмечалось выше, на территории Северного Кавказа ежегодно различными организациями бурится большое количество скважин на воду, нефть, газ и другие полезные ископаемые. При этом очень часто пройденные выработки, подлежащие ликвидации, не тампонируются или тампонируются, но недостаточно качественно, и, таким образом, служат источником загрязнения подземных вод.

В связи с ростом развивающейся промышленности на Северном Кавказе возрастает также и количество отработанных промышленных вод, которые обычно сбрасываются в открытые водоемы. Это приводит к химическому и бактериальному загрязнению поверхностных вод, в той или иной степени являющихся источником питания подземных вод, особенно грунтовых. Как уже отмечалось, захоронение отработанных вод путем закачки в поглощающие горизонты осуществить практически невозможно, так как на территории Северного Кавказа, по существу, нет сухих поглощающих горизонтов.

Наиболее рациональными мероприятиями, способными предотвратить загрязнение поверхностных и подземных вод, является очистка промышленных вод химическим путем или выпаривание их в специальных бассейнах.

В предыдущих главах уже отмечалось, что отбор подземных вод по всей площади в целом в настоящее время во много раз меньше их эксплуатационных ресурсов. Однако в результате эксплуатации большого количества взаимодействующих скважин на отдельных участках произошло снижение напоров некоторых водоносных комплексов. К такому участку, например, относится район долины р. Кумы от сел. Солдато-Александровского до сел. Левокумского, где пробурено более 1000 фонтанирующих скважин. Здесь образовалась большая депрессионная воронка в верхнеплиоценовом водоносном комплексе, вызвавшая резкое снижение дебитов самоизливающихся скважин.

В целях наиболее рационального использования подземных вод необходимо крупные населенные пункты перевести на централизованное водоснабжение.

Водозаборными сооружениями необходимо эксплуатировать различные, встречающиеся в том или ином районе, водоносные комплексы с пресными водами, независимо от глубин их залегания. Это даст возможность ближе располагать буровые скважины одна от другой и правильно использовать ресурсы подземных вод в районе водозаборов.

ЛИТЕРАТУРА

Абих Г. В Объяснение геологического разреза северной покатости Кавказского кряжа от Эльбруса до Бештау (ЮЮЗ-ССВ). Кавказский календарь на 1853 год Тифлис, 1852.

Августинский В. Л. Задачи изучения и перспективы развития гидроминеральных ресурсов Кавказских Минеральных Вод в связи с расширением курортов в настоящем семилетии (1959—1965 г) Сб. «Информационно-методические материалы по вопросам геологии и бальнеотехники лечебных вод и грязей», вып. 1, 1960.

Азлецкий В А. Ханское соленое озеро и его лечебная грязь. «Курортно-санитарное дело», 1929, № 7—8

Александров В. А Бальнеологические богатства Дагестанской АССР Природные ресурсы Дагестанской АССР, т 1. Изд-во АН СССР, 1935.

Александров В. А. Классификация минеральных вод Основы курортологии, т. 1. Медгиз, 1952.

Алисов Б. П. Климат СССР Изд-во МГУ. 1956.

Алферьев Г. П Кубанский артезианский бассейн и проблема его детального изучения. «Геология на фронте индустриализации», 1935, № 1—3.

Алферьев Г. П Ханское соленое озеро и его запасы лечебной грязи Гидрохимические материалы, т IX. Новочеркасск, 1936.

Альтовский М. Е. Подземные воды и процессы газо- и нефтеобразования в Грозненско-Дагестанской области. Бюлл научно-техн. информ. МГиОН СССР, 1957

Амирханов Х И., Джамалов С. А., Быдтаев А И., Магатаев К. С, Мусаев С. Е. Геотермические исследования в Дагестане Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли, т. II Изд-во АН СССР, 1961.

Ананьев В. П Минералогический состав лёсса Ставрополья. Докл. АН СССР, т. 110, 1956, № 6.

Анисимов Л А О разгрузке вод мезозойских отложений Терско-Кумского артезианского бассейна. Изв. Высш. учебн. завед. «Нефть и газ», 1961, № 6.

Аничков А. А. Просадочные явления на территории Северного Кавказа. «Строительная промышленность», 1935, № 6.

Антонюк А А Использование подземных источников тепла в сельском хозяйстве Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли, т. II. Изд-во АН СССР, 1961

Архангельский А. Д и Залманзон Э. С Сравнительно-литологические исследования по вопросу о происхождении подземных вод Грозненских нефтяных месторождений. Бюлл. МОИП, отд. геол, т IX (3—4), 1931.

Балаев Л. Г Просадочные и суффозионно-пластические деформации лессовых пород Центрального Предкавказья Сб: «Просадочные деформации лессовых пород Центрального Предкавказья». Изд-во АН СССР, 1963

Балаев Л Г. и Царев П В. Лёссовые породы Центрального и Восточного Предкавказья. Изд-во АН СССР. 1964

Балкаров М. И. Курортные богатства Кабарды Нальчик, 1955.

Бедчер А З Характеристика геотермического градиента на нефтяных месторождениях Кубани и применение термических исследований для решения нефтепромысловых задач Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли, т. 1. Изд-во АН СССР, 1959

Бедчер А З., Котов В. С, Колпаков Г В. Подземные термальные воды на службу народному хозяйству. Пром.-эконом. бюлл. Краснодарского СНХ «Промышленность Кубани», 1960, № 6

Белоусов В В Яроцкий Л А Грязевые сопки Керченско-Таманской области, условия их возникновения и деятельность ОНТИ НКПП СССР, 1936

Борзова В Н Литолого-стратиграфическая характеристика отложений мезозоя и палеозоя Нагутской опорной скважины Мат лы ВСЕГЕИ, вып 14, 1956

Брод И О К бурению на йодо бромные воды Южного Дагестана Тр 1-го Всесоюзн гидрогеол съезда, М, 1931

Брод И О О роли меридиональных и волнообразных движении в строении Кавказа, Предкавказья и Закаспия Уч зап Азерб ун-та, 1959, № 2

Брод И О и др Геология и нефтегазоносность Восточного Предкавказья Тр Комплексн южно геол экспедиции (КЮГЭ) АН СССР, вып 1 Гостоптехиздат, 1958

Бунеев А Н К вопросу происхождения основных типов минерализованных вод в осадочных толщах Докл АН СССР, т 14, 1944, № 6

Бунеев А Н К изучению газового состава минеральных вод (на примере вод Мацесты и раиона Кавказских Минеральных Вод) Гидрохимические материалы, т 14 Изд-во АН СССР, 1948

Бунеев А Н Основы гидрогеохимии минеральных вод осадочных отложении 1956

Быстров С В Явление просадок при увлажнении лессовых пород, распространение просадочных грунтов и свойства их «Ирригация и гидротехника», 1936, № 3—4

Вагин С Б Воды мезозойских отложений Астраханского газонефтеносного района Изв Высш уч завед «Нефть и газ», 1959, № 5

Вагин С Б Новые данные по гидрогеологии восточной части вала Карпинского Изв Высш уч завед «Нефть и газ», 1961, № 4

Вернадский В И О классификацин и химическом составе природных вод «Природа», 1929, № 9

Володкевич И И Современное состояние гидроминеральной базы КМВ и возможности ее увеличения в ближайшем будущем Тр Научно-иссл бальнеол ин та на Кавказск Мин Водах, т XXIII—XXV, Пятигорск, 1946

Воробьева К И О геотермических особенностях нефтяного месторождения Озек-Суат и других раионов Терско-Кумской равнины «Геология нефти и газа», 1960, № 6

Воскресенский К П Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза Гидрометиздат, 1962

Врублевский М И О содержании бора в некоторых минеральных источниках Кавказа Науч бюлл ЛГУ, 1948, № 20

Врублевский М И Минеральные источники Северо-Осетинской АССР В кн «Природные ресурсы Северо-Осетинской АССР» Изд-во АН СССР, 1949

Врублевский М И К истории исследования минеральных вод Центрального Кавказа Вестн ЛГУ, № 10, 1952

Врублевский М И Некоторые общие положения и особенности гидрогеологии горных областей (на примере Центрального Кавказа) Вестн ЛГУ, № 4, сер биол, геогр и геол, вып 2, 1953

Врублевский М И О геотермических условиях формирования температуры вод Центрального Кавказа Вестн ЛГУ, № 10, 1954

Врублевский М И Углекислые воды долины р Кубани (Карачаево Черкесская автономная область) Вест ЛГУ, № 12, 1959

Врублевский М И Минеральные воды Центрального Кавказа как одно из проявлений его геологического развития Изд-во ЛГУ, 1962

Гавронский А А Пути энергетического и комплексного использования природного тепла Земли Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли, т II Изд-во АН СССР, 1961

Гатуев С А Кубано Азовский артезианский бассеин «Геология на фронте индустриализации», 1927, № 1

Гатуев С А Гидрогеологический очерк Моздокской степи ТВТРУ Упр НКТП, 1932

Гатуев С А и Чеботарев И И Гидрогеологический очерк Северо Дагестанской равнины «Природные ресурсы Дагестанской АССР», 1935

Гатуев С А Гидрогеологический очерк бассейна Терека (депрессия Терека) Терводхоз Махачкала, 1936

Гатуев С А Возможные пути питания древнекаспийских напорных вод Терско Кумского артезианского бассейна (Восточное Предкавказье) Тр СКГГУ, вып IV, 1939

Гатуев С А и Шагоянц С А Гидрогеологические раионы Северо Кавказского края и условия водоснабжения в них Новые данные по стратиграфии и гидрогеологии Северного Кавказа Госгеолиздат, 1946

Герасимов А П Железноводск (гидрогеологический очерк) Материалы к познанию геологического строения России вып III, Петроград, 1911

Герасимов А П Огильви А Н, Лангваген Я В Кавказские Минеральные Воды (гидрогеологический очерк) М, 1911

Герасимов А П Минеральные воды в России Петроград 1920

Герасимов А П Минеральные воды и их связь с геологической структурой Тр V курортн съезда Минеральные источники, грязь и грязелечение, 1926

Герасимов А П Источники Джилы Су, Хасаутские нарзаны «Курорт Нальчик и лечебные местности Каб Балкарской АО» (сборник статей), М, 1929

Герасимов А П Геологическое строение Минераловодского района Тр ЦНИГРИ, вып 30, ч I и II, 1935

Герасимов А П Геологическое строение Минераловодского района Ч I, Бештау—Железноводск—Сухой Карамык Тр ЦНИГРИ, вып 3, 1935

Герасимов А П Геологический очерк бассейна Верхней Малки Тр ЦНИГРИ, вып 62, ОНТИ, 1936

Гецеу В В Воды нефтяных и газовых месторождений Дагестана и их возможное практическое использование Тр Геолог ин та Дагестан ФАН СССР, т II, 1961

Гончаренко А С Использование горячих артезианских вод для теплофикации г Грозного Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли, т II Изд во АН СССР, 1961

Горлов С И Гидрогеология меловых отложений Ейско Березанского района Тр Кр Фил ВНИИ, 1959

Григорович-Березовский Н А Гидрогеологические условия Кизляр ского округа Тр Сев Кавказ ассоц н и ин тов, № 4, Ростов на Дону, 1926

Григорович Березовский Н А Материалы по гидрогеологии Передовых хребтов Дагестана Изв СКГУ, т IX, 1927

Григорович-Березовский Н А Материалы по гидрогеологии восточной части Северного Кавказа Тр Сев Кавказ ассоц н-и ин тов, № 31, вып 7, 1928

Григорович Березовский Н А Подземные воды Дагестанской АССР Уч зап Гос ун та, Ростов на Дону, 1939

Григорьев Н А и Черницов А И Минеральные источники Восточного Предкавказья Тр по геологии и полезным ископаемым Сев Кавказа, вып V, Ростов на Дону, 1939

Григорьев Н А и Черницов А И Мышьяковистые воды Кавказа Тр по геологии и полезным ископаемым Сев Кавказа вып III, Ростов на Дону 1939

Григорьев Н А и Черницов А И Новый минеральный источник типа Мацесты «Советская геология», 1939, № 7

Григорьев Н А Серные воды центральной части Северного Кавказа, связанные с нижнемеловыми, верхнеюрскими отложениями Тр по геологии и полезным ископаемым Сев Кавказа, вып III, Ростов на Дону 1939

Григорьев Н А Гидрогеологическое районирование минеральных вод Северного Кавказа Тр Лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР, т III Изд во АН СССР, 1948

Григорьев Н А К вопросу о водоносности мезо кайнозойских образований центральной части Северного Кавказа Тр по геол и полезн ископаемым Сев Кавказа, вып IX, Ставрополь, 1959

Григорьев Н А Минеральные озера Северного Кавказа (опыт монографического исследования) Тр по геол и полезн ископ Сев Кавказа, вып X, Ставрополь, 1962

Григорьев Н А Чишкинское (Чанты-Аргунское) месторождение минеральных вод «Советская геология», 1964, № 10

Григорьев Н А Сероводородные термы Передовых хребтов в связи с перспективами курортного строительства Тр по геологии и полезным ископаемым Сев Кавказа, вып XI, Ставрополь, 1964

Гроссгейм В А, Коротков С Т, Котов В С О некоторых неверных взглядах на палеогеографию манкопа и условия формирования подземных вод Центрального и Северо Западного Предкавказья «Геология нефти», 1957, № 7

Гуляева Л А Распространение бора в современных органогенных осадках Изд во АН СССР, т 37, № 1, 1942

Гуревич В И О распространении брома в хлоридных водах «Разведка и охрана недр», 1961, № 1

Давыдов Л К Гидрография СССР Т II, Ленинград, 1955

Двали М Ф Отчет по гидрогеологическим работам в Алханчуртской долине за 1927 г Тр ГГРУ, вып 67, 1931

Денисов Н Я Инженерно геологические условия сооружения обходного канала на деривации Баксанской ГЭС «Гидротехническое строительство», 1937, № 9

Денисов Н Я Просадочные явления на Терской оросительной системе «Разведка недр», 1937а, № 17

Дергунов И Д. О необычайной термической аномалии на побережье Черного моря. Изд-во АН СССР, сер. геофиз., 1956, № 10.

Джамалов С. А, Левкович Р. А. Термальные воды среднего миоцена Дагестана и их использование (реф.). Тр Геол. ин-та Дагестанского ФАН СССР, № 1, 1957 (1958).

Джамалов С. А. Использование термальных вод Дагестана в народном хозяйстве. Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли, т. II. Изд-во АН СССР, 1961.

Дзенс-Литовский А. И. Минеральные источники Кавказской группы минеральных вод (КМВ) Кисловодск-Ессентуки, Пятигорск — Железноводск (гидрогеологический и гидрохимический очерк). «Природа», 1940, № 6.

Дзенс-Литовский А. И. Инструкция по применению классификации запасов к озерным месторождениям солей. Госгеолтехиздат, 1956

Дубинский А. Я. Геотермический режим Предкавказья и соседних районов Восточного Донбасса. «Советская геология», 1955.

Дубинский А Я. Геотермический режим Предкавказья и соседних территорий. Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли, т. 1. Изд-во АН СССР, 1959

Думитрашко Н. В., Каманин Л. Г Междуречье Калауса и Кумы Исследования подземных вод СССР. ГТИ, вып. 3, 1932

Дьяконов Д. И Геотермия в нефтяной геологии. Гостоптехиздат, 1958

Ефимов Н. А. Подземные воды третичных и мезозойских отложений Дагестана. Изд-во ВНИГРИ, 1948.

Зыбков Б. Д. Средний сток и его распределение в году на территории Кавказа. Ленинград, 1946.

Зайцев Г. Н, Погорельский Н. С., Смирнов А. А., Фомин В М, Шагоянц С А. Новые представления об углекислых подземных водах района Кавказских Минеральных Вод «Советская геология», 1961, № 1.

Заленский М В. Инженерно-геологические исследования на р. Белой под проектируемые электростанции «Геология на фронте индустриализации», 1935, № 7

Иванчук П. Н. Особенности гидрогеологии Северного Дагестана. «Советская геология», 1959, № 7.

Ивашенко Я. Г., Падалка Е. А. Минеральные и йодо-бромные воды Южного Дагестана Природные ресурсы Даг. АССР, т. 1 Изд-во АН СССР. 1935.

Игнатович Н К., Палей П Н, Славянов Н. Н. Гидрогеологическое описание районов Псекупских минеральных вод. Тр. ГГРУ, вып 102. Геолгиз, 1932.

Игнатович Н. К Геологическая (и гидрогеологическая) изученность и задачи исследовательских работ на курортах Кавказских Минеральных Вод. «Разведка недр», 1937, № 3

Игнатович Н К. К вопросу о гидрогеологических условиях формирования и сохранения нефтяных залежей. Докл. АН СССР, т. VI, № 5, 1945.

Ильинский С М. Гидрогеологическое районирование Ставрополья. Сб. мат-лов Сев. Кавводпроиз., т II, Пятигорск, 1938.

Иовдальский А. А. Гидрогеологические условия Кисловодского месторождения минеральных вод. Уч зап. н-и. бальнеол. ин-та на Кавказск. Мин. Водах, т. 2 (30), Пятигорск. 1959

Иткина Е. С Распространение калия в водах грязевых вулканов и нефтяных месторождений Кавказа. Сб. статей ин-та горючих ископаемых. Изд-во АН СССР, 1939.

Казинцев Е. А. Гидрогеологические особенности майкопской свиты Восточного Предкавказья Вопросы гидрогеологии Центрального и Восточного Предкавказья. Тр ЛГГП, т. 48, 1961.

Каменский Г Н. О гидродинамических основах прогноза режима грунтовых вод. Тр. МГРИ, т. 20, 1940.

Карстенс Э. Э. Нарзаны вулканической области Центр. Кавказа. Тр. Гос. бальнеол ин-та на Кавказ. Мин. Водах, т. VII. Изд-во ГЦБП, Пятигорск, 1928.

Карстенс Э. Э. Минеральные источники Кабардино-Балкарии. Сб «Курорт Нальчик и лечебные местности Кабардино-Балкарской АО». М., 1929.

Кашинский П. А., Губарев Е., Веселовский Н, Лазарев К. Г. Грязь и рапа восьми озер. Гидрохимические материалы, т VII, Новочеркасск, 1931.

Кашинский П. А, Лазарев К Г. Результаты анализов образцов рапы и грязи, взятых из Ханского и Гнилого озер (близ Ейска). Гидрохимические материалы, т. IX, Новочеркасск, 1936.

Керкис Е. Е. Инженерно-геологические исследования на р. Сулак в Северном Дагестане. Методика опытных работ на фильтрацию в трещиноватых породах. Тр. ЦНИГРИ, вып. 40, 1936

Кириллова И В, Люстих Е Н, Растворова В. А., Сорский А А., Хаин В Е Анализ геотектонического развития и сейсмичности Кавказа. Изд-во АН СССР, 1960

Киссин И. Г О гидрогеологических и гидрохимических особенностях водоносных горизонтов мезозойских отложений Восточного Предкавказья Докл АН СССР, т. 134, № 4, 1960.

Киссик И Г О динамике глубоких водоносных горизонтов Восточно-Предкавказского артезианского бассейна Тр. Лаборат гидрогеол. проблем АН СССР, т. 48, 1961.

Киссин И Г, Казинцев Е. А О температурных условиях нефтеносных районов Центрального и Восточного Предкавказья «Геология нефти и газа», 1962, № 2

Киссин И. Г. Термальные воды Центрального и Восточного Предкавказья. Тр ЛГГП АН СССР, т. 48, 1962.

Киссин И. Г. Восточно-Предкавказский артезианский бассейн. Изд-во АН СССР, 1963.

Клевцов И. А. Оползни Северного Кавказа, их типы, условия образования и меры борьбы с ними. Сб «Оползни и борьба с ними», Ставрополь, 1964

Колесников В П. Геологическое и гидрогеологическое описание листа Г-3 (Северный Кавказ). Тр. ВГРО НКТП СССР, вып 206, 1932.

Колесников В. П. Геологическое и гидрогеологическое описание северной части листа Г-4 (Северный Кавказ). Тр. ВГРО, вып. 267, Л.—М., 1932.

Коншин А М Описание минеральных вод Кавказского края Мат-лы по геологии Кавказа, сер 2, кн. 6, Тифлис, 1892

Коншин А. М. Минеральные источники Северного Кавказа Мат-лы по геологии Кавказа, сер. 3, кн 2, Тифлис, 1899.

Коншин А. М. Описание горячих минеральных источников Восточного Кавказа Мат-лы по геологии Кавказа, сер. 2, Тифлис, 1934.

Корценштейн В Н Геотермические условия Ставропольского поднятия Докл АН СССР, № 6, 1954

Корценштейн В. Н. Гидрохимическая характеристика хадумского водоносного горизонта Ставропольского поднятия. Докл. АН СССР, Махачкала, 1955.

Корценштейн В. Н. Основные черты динамики подземных вод хадумского горизонта Ставрополья. «Газовая промышленность», 1956, № 5.

Корценштейн В Н. Новые данные по гидрогеологии донеогеновых отложений Центрального Предкавказья Тр ВНИИ, Вопр. геол нефти и газов месторожд, вып. 11, 1957.

Корценштейн В. Н. Новые данные по газонасыщенности мезозойских горизонтов Кавказских Минеральных Вод. Докл. АН СССР, т. 113, № 4, 1957а.

Корценштейн В. Н. К вопросу о глубинном геотермическом режиме Предкавказья Докл АН СССР, т 121, № 6, 1958.

Корценштейн В. Н. Гидрогеология газоносной провинция Центрального Предкавказья. Гостоптехиздат, 1960.

Котов В. С О температурном режиме пластовых вод Кубанской нефтеносной провинции. Тез. докл. 1-го Всесоюзн. совещания по геотермич. исследованиям в СССР. Изд-во АН СССР, 1956.

Котов В С. Химический состав и зональность подземных вод Азово-Кубанского бассейна Тр Краснодар фил. ВНИИ, вып. II, Гостоптехиздат, 1959.

Котов В. С. Термальные воды Краснодарского края. Оценка ресурсов и перспективы использования термальных вод СССР как источника тепла. ЛГГП АН СССР. Изд-во АН СССР, 1959а.

Котов В С. Термальный режим подземных вод Кубанской нефтеносной провинции Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли. Изд-во АН СССР, 1961

Котов В С., Матвиенко В. Н Водонапорная система газоконденсатных месторождений мезозоя Западного Предкавказья Геол. сборник, фил. КФ ВНИИ, нефть, вып. 10. Гостоптехиздат, 1962.

Коцеров И. Ю. Гидрогеология чокракских отложений Северного Кавказа. Изв Высш уч завед, № 9, 1963.

Кравцов А. И. О происхождении сероводородных минеральных вод Сочи-Мацестинского курорта. «Советская геология», 1939, т. IX.

Куделин Б. И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. Изд-во МГУ, 1960.

Кузнецов И. Г. Озеро Целик-Кель и другие формы карста в известняках Скалистого хребта на Сев Кавказе Изв РГО, 1928.

Куканов В. М. Гидроминеральные лечебные ресурсы курорта Сочи. В сб «Информац -методич. мат-лы по вопр. гидрогеологии и бальнеотехники лечебных вод и грязей», вып. IV, Медгиз, 1961.

Лангваген Я. В. О дальнейшей судьбе терм Передовых хребтов Северного Кавказа (Горячеводск, Серноводск, Ачалуки). Тр. 1-го Всесоюзн. гидрогеол съезда, М., 1931.

Лангваген Я. В. Глубокое бурение в Ессентуках. «Разведка недр», 1936, № 8.

Лангваген Я. В. Гидрогеологические условия района Ессентукских Минеральных Вод. «Разведка недр», 1963а, № 1,

Лангваген Я. В. О возможности восстановления некоторых минеральных источников северных предгорий Кавказского хребта (Горячеводск, Брагуны). Тр. ЦНИГРИ, 1937.

Лебедев П. И. Геолого-петрографический очерк Карачая в связи с его полезными ископаемыми и минеральными источниками. Тр. Сев.-Кавказ. ассоц. н.-и. ин-тов, № 75, вып. № 15, Ростов-на-Дону, 1930.

Лебедева Н. А. Геоморфология Лабино-Зеленчукского междуречья Северо-Западного Кавказа. Сб. «Геология и полезные ископаемые срединной части Северного Кавказа». Изд-во АН СССР. 1956.

Леднев Н. М. О Талгинских минеральных источниках. «Курортное дело», 1926, № 12.

Леонов Г. П. Геологическое строение северной части района Кавказских Минеральных Вод. Вопросы теорет. и прикл. геологии, сб. 5, 1948.

Линдтроп Н. Т. Буровые воды Ново-Грозненского района. Журнал «Нефт. и сланц хоз.», 1925, № 6

Линдтроп Н. Т. Влияние разработки Грозненских месторождений нефти на естественные источники. «Нефтяное хоз-во», 1946, № 8.

Лисицын К. И. О просадочных явлениях на Северном Кавказе. Тез докл. на 1-ом Всесоюзн съезде гидрогеологов, 1931.

Любимова Е. А., Люсова Л. Н., Фирсов Ф. В., Старикова Г. Н., Шушпанов А. П. Определение поверхностного теплового потока в Старой Мацесте. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 12, 1960.

Макаренко Ф. А. О классификации запасов и ресурсов подземных вод Тр. ЛГГП, 1948

Макаренко Ф. А. Кавказские Минеральные Воды. Вестн. АН СССР, 1948а, № 7.

Макаренко Ф. А. Кавказские Минеральные Воды Вестн. АН СССР, 1948б. № 7.

Макаренко Ф. А. Геотермические условия района Кавказских Минеральных Вод. Тр. АН СССР, т. 1, 1948в.

Макаренко Ф. А. О перспективах увеличения гидроминеральных ресурсов курортов КМВ. Тр. ЛГГП АН СССР, т. IX, 1950.

Макаренко Ф. А. О происхождении углекислых соляно-щелочных вод в районе Кавказских Минеральных Вод. Докл. АН СССР, нов. сер., т. 72, № 2, 1950а

Макаренко Ф. А., Хитаров Н. И. Геотермия Большого и Малого Кавказа. Совещание в Тбилиси. Вестн. АН СССР, 1955, № 9.

Макаренко Ф. А. Термальные воды СССР как источник тепловой энергии Проблемы гидрогеологии. Госгеолтехиздат, 1960.

Макаренко Ф. А. Геотермическое изучение и районирование подземных вод Большого и Малого Кавказа. Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли, т. II. Изд-во АН СССР, 1961.

Макеев З. А. Инженерно-геологическая характеристика майкопских глин (южная часть Волгоградской области и Центральное Предкавказье). Изд-во АН СССР, 1963.

Маляров К. Д. Химический состав буровых вод Грозненского района. Изд. Научно-техн. упр. ВСНХ, 1920.

Масуренков Ю. П. Особенности эволюции кайнозойского вулканизма Эльбрусской области. Изв. АН СССР, сер. геол., 1956, № 6.

Масуренков Ю. П, Пантелеев И. Я. Современная деятельность вулкана Эльбрус. Докл. АН СССР, т. 142, № 86, 1962.

Масуренков Ю. П. Тектоника, магматизм и углекислые минеральные воды Приэльбрусья. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1961.

Милановский Е. Е. Геологическое строение и история формирования вулкана Эльбрус. Мат-лы по геол. и металлогении Центр. и Зап. Кавказа. Госгеолтехиздат, 1960.

Милановский Е. Е., Хаин В. Е. Геологическое строение Кавказа. Изд-во МГУ, 1963.

Мирошников М. В. Воды газовых месторождений Ставропольского поднятия. «Геология нефти», 1958, № 11.

Мирошников М. В. Геотермическая характеристика разреза мезо-кайнозойских отложений Ставропольского поднятия. Изв. Высш. уч. завед., «Нефть и газ», 1958а, № 5.

Мирошников М. В. О дополнительной области питания вод палеогеновых и мезозойских отложений Ставропольского поднятия. «Геология нефти и газа», 1958б, № 8.

Мирошников М. В. Геотермические районы Ставрополья и их особенности. Сб. «Вопросы геологии и разведки мезо-кайнозойских отложений Северо-Восточного Предкавказья и Ставрополья». Грозный, 1959.

Мирошников М. В. К методике расчета абсолютных отметок статистических уровней термальных вод высокой минерализации. Изв. Высш. уч. завед., «Нефть и газ», 1961, № 8.

Мирчинк М. Ф., Крылов Н. А., Маловицкий Я. П. Тектоника Предкавказья. Гостоптехиздат, 1963.

Михеев Б. И. Противооползневые мероприятия на Гизельдонстрое. Гидротехническое строительство, 1934, № 10.

Муратов М. В Очерк геологического строения северного склона Кавказа (в районе к югу от КМВ). Тр. Моск. геол.-разв. ин-та им. Орджоникидзе, т 33. Госгеолиздат, 1948.

Незлобинский А. И. Материалы для разработки источников № 17 и 18 в Ессентуках. Тифлис, 1880.

Незлобинский А И Кавказские Минеральные Воды. «Горн. журнал», 1882, № 2

Николаев В. М. Подземные воды сарматских отложений Терско-Сунженской нефтеносной области. Тр. ГрозНИИ, вып. 3, 1958.

Николаев В. М. Подземные воды Карабулак-Ачалукского района. Вопросы геологии и разработки нефтяных месторождений ГрозНИИ, вып. V, Грозный, 1959.

Николаев В. М. Подземные воды карагаиских отложений Терско-Сунженской нефтеносной области. Геология третичных и мезозойских отложений Северного Кавказа и Предкавказья. Тр. ГрозНИИ. вып. 8. Гостоптехиздат, 1960.

Николаев В. М. Подземные воды майкопских отложений Терско-Сунженской нефтеносной области. Вопросы гидрогеологии. Тр. ЛГПП, т. XXX. Изд-во АН СССР, 1960

Николаев В. М. Геотермические условия в нефтеносных пластах Терско-Сунженской нефтеносной области. Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли. Том II. Изд-во АН СССР, 1961.

Николаев В. М Геотермические условия в Гудермесской антиклинали. Тр. ГрозНИИ, вып. 9, 1961.

Николаев Н. И. О возрасте рельефа Центрального Кавказа и Предкавказья. Тр МГРИ, т. 23, 1948

Овчинников А. М. Геологические структуры районов минеральных вод. ОНТИ (Тр. 1-го Всесоюзн. гидрогеол. съезда, сб. 5), 1934.

Овчинников А. М. Основные закономерности распространения минеральных вод на территории Советского Союза. «Вопросы курортологии», 1939, № 5.

Овчинников А. М Минеральные воды. Госгеолтехиздат, 1963.

Овчинников А. М. Основные принципы зональности минеральных вод Кавказа Тр. МГРИ, т 23, 1948.

Овчинников А. М. Условия формирования мацестинских сероводородных вод. Тр. ЛГГП, т. II, 1949.

Овчинников А. М. Гидрогеологический очерк района Кавказских Минеральных Вод В кн. «Вопросы литологии и стратиграфии СССР». Памяти академика А. Д. Архангельского. 1951.

Овчинников А М. К вопросу о «ювенильных водах». Сб. «Вопросы петрографии и минералогии», т. 1. Изд-во АН СССР, 1953.

Овчинников А. М. Гидрогеологическая система природных вод. «Вопросы курортол., физиотерап и лечебн. физич. культуры», 1955, № 1.

Овчинников Н. В Закономерности изменения химического состава подземных вод Азово-Кубанского прогиба и распространения в них йода и брома. Изд. МГРИ, «Геология и разведка», 1960, № 1.

Овчинникова Л. К. Новые минеральные воды курорта Нальчик. Информационно-методические материалы по вопросам гидрогеологии и бальнеотехники лечебных вод и грязей, вып. IV. Изд-во Геоминвод Центр. ин-та курортологии и физиотерапии, 1961.

Огильви А Н. Каптаж нарзана и его история. Тр. ГК, вып. 58, Петроград, 1911.

Огильви А. Н. К вопросу о генезисе Ессентукских источников Тр. Геолкома, нов. сер., вып. 98, 1914.

Огильви А Н О каптаже радиоактивных вод и о колебаниях их радиоактивности в зависимости от дебита Тр Научно иссл бальнеол ин-та на КМВ, т VI, Пятигорск, 1928

Огильви А Н Минеральные источники района Кавказских Минеральных Вод и их происхождение Пятигорск, 1935

Орфаниди К Ф. Новые выходы минеральной воды типа Ессентуки № 17 и 4 Докл АН СССР, т 103, № 3, 1955

Орфаниди К Ф Свободная углекислота в подземных водах БМОИП, 1962, № 3

Палей П Н Свободный сероводород в мацестинских водах Тр Центр ин-та курортологии, т IV, 1952

Панов Д Г, Сафронов И Н О геоморфологическом районировании Северного Кавказа Тр по геологии и полезным ископаемым Сев Кавказа, вып IX Ставрополь, 1959

Пантелеев И Я Очерк истории изучения и развития Кавказских Минеральных Вод Госгеолтехиздат, 1955

Пантелеев И Я, Августинский В Л Новые данные по геологии и гидрогеологии Пятигорского месторождения минеральных вод Уч зап Научно-иссл бальнеол ин-та на КМВ, т 1 (39), Пятигорск, 1957

Пантелеев И Я Условия формирования ессентукских углекислых соляно-щелочных вод Уч зап Научно-иссл бальнеол ин-та на КМВ, т 1 (29), 1957

Пантелеев И Я Влияние геолого-структурных и гидрогеологических условий на образование сероводорода в подземных минеральных водах В кн Изучение и эксплуатация минеральных вод на курортах Груз ССР Тбилиси, 1958

Пантелеев И Я, Сурков В М Минеральные источники и лечебная грязь района Кавказских Минеральных Вод Пятигорск, 1960

Пантелеев И Я Гидрогеология и генезис Кавказских Минеральных Вод Вопросы формирования и распространения минеральных вод в СССР Медгиз, 1960

Пантелеев И Я, Масуренков Ю П, Пахомов С И О происхождении углекислого газа в подземных водах Изв АН СССР, сер геол, № 6 1962

Пантелеев И Я (отв редактор) Углекислые минеральные воды Северного Кавказа (авторы А И Клименко, Ю А Будзинский, И Я Пантелев) Изд во АН СССР, 1963

Пантелеев И Я Ессентукские соляно-щелочные воды в системе Кавказских Минеральных Вод Изд-во АН СССР, 1963

Паффенгольц К Н Геологический очерк Кавказа Изд-во АН Арм ССР, Ереван, 1959

Пацевич А А Режим грунтовых вод и водорастворимых солей почвы при орошении в дельте р Терека Сб тр ЮжНИИТа, вып VII, Новочеркасск, 1960

Пирогов Б Н. Геологические условия и устойчивость перевального участка канала Алханчурт «Геология на фронте индустриализации», 1935, № 7

Пирогов Б Н Крупнейшие гидротехнические сооружения на Северном Кавказе и оползневые явления Тр 1-го Всесоюзн оползневого совещания, ОНТИ, 1935

Покровский В А О методике и результатах геотермических исследований при изучении нефтегазоносных областей СССР «Новости нефт. техники», сер геол, 1959, № 4

Покровский В А Температурная характеристика подземных вод Русской платформы и ее обрамления Проблемы гидрогеологии Докл к сб Международной ассоциации гидрогеологов Госгеолтехиздат, 1960

Попов Г И Геологический и гидрогеологический очерк Черкесского национального округа 1928

Попов И В О составе и происхождении лессовых пород Северо-Западного Предкавказья Сб «Вопросы теоретической и прикладной геологии», № 2, 1947

Православлев П Л О гидрогеологии Прикубанской степной равнины Тр ВГРО НКТП СССР, вып 188, 1938

Путник Н П Подземное тепло Изд-во «Знание», № 13, 1960

Рейнгард А Л К вопросу о делении Кавказа на морфологические области Изв Кавк отд РГО, т 25, вып. 2—3, 1917

Ренгартен В П Рычальские минеральные воды «Курортное дело», 1926, № 4

Ренгартен В П Ахтынские минеральные воды на Кавказе «Курортное дело», 1926а, № 5

Ренгартен В П Очерки месторождений полезных ископаемых и минеральных источников Южного Дагестана Изв Геолкома, т 46, № 3, 1927

Ренгартен В П Стратиграфия мезозойских и кайнозойских отложений Кабардинской АССР В кн «Природные ресурсы Кабардинской АССР», 1946

Рогожин Д. И. Гидрогеология нижнемеловых отложений Северо-Западного Кавказа (междуречье Лаба — Псекупс). Тр. КФ ВНИИ, вып. 10, 1962.

Родионов В. Е. Основные причины образования и развития оползней на территории Северного Кавказа и их географическое распределение. Тр. 1-го Всесоюзн. оползневого совещ., ОНТИ, 1935.

Родионов В. Е. Схема классификации оползневых явлений Черноморского побережья Кавказа по морфологическим признакам. «Разведка недр», 1937, № 22

Соколов А. А. Гидрография СССР. Гидрометиздат, 1952.

Соколовский С. П. Почвенно-мелиоративное районирование территории Ногайских степей. «Почвоведение», 1956, № 11.

Соколовский С. П Скорость засолонения почв и почвенно-мелиоративные районы территории Старо-Теречной оросительной системы в дельте р. Терек. Сб. тр. ЮжНИИТа, вып. II, Новочеркасск, 1960.

Соколовский С. П. Некоторые особенности водносолевого режима каштановых почв в районе Терско-Кумского магистрального канала. Тр ЛГГП АН СССР, т. X, VIII, 1962.

Соловьев С. П Высокогорный курорт Адыл-Су и его окрестности (Кабардино-Балкария). Изв. Гос. геогр. об-ва, т. Л—XX, вып 1, 1938

Старик И. Е. Радиологическое изучение района Кавказских Минеральных Вод. Изв. АН СССР, отд. хим наук, № 6, 1943.

Сулин В. А. Воды нефтяных месторождений. ОНТИ, 1935

Сулин В. А. Гидрогеология нефтяных месторождений. Гостоптехиздат, 1948а.

Сухарев Г. М. Поиски нефтяных месторождений в связи с гидрогеологическими условиями Восточного Предкавказья. «Нефтяное хоз-во», 1946

Сухарев Г. М Воды нефтяных и газовых месторождений Восточного Предкавказья Грозоблгосиздат, 1947

Сухарев Г. М. Геотермические особенности Терско-Дагестанской нефтегазоносной провинции. Гостоптехиздат, 1948.

Сухарев Г. М. Температурные условия в третичных отложениях Затеречной равнины, как показатель возможной ее нефтегазоносности. «Нефтяное хоз-во», 1948а, № 10.

Сухарев Г. М. Гидрогеологические условия формирования нефтяных и газовых залежей в Терско-Дагестанской нефтегазоносной провинции. Грозоблгосиздат, 1948б

Сухарев Г. М. О роли подземных вод в формировании, сохранении и разрушении нефтяных и газовых залежей (Терско-Дагестанская нефтегазоносная область). ДАН СССР, 1950.

Сухарев Г. М. Оценка перспектив нефтеносности по гидрохимическим и температурным показателям ДАН СССР, т. 77, № 4, 1951.

Сухарев Г. М. Некоторые данные по гидрогеологии мезозойских отложений Восточного Предкавказья и Нижнего Поволжья ДАН СССР, 1953.

Сухарев Г. М. О температурных условиях в мезо-кайнозойских отложениях на территории Восточного Предкавказья и Нижнего Поволжья. ДАН СССР, т. 94, № 3, 1954.

Сухарев Г. М. Гидрогеология мезозойских и третичных отложений Терско-Дагестанской нефтегазоносной области и Нижнего Поволжья Гостоптехиздат, 1954а.

Сухарев Г. М., Плющенко В Г. К вопросу о зональности подземных вод нижнемеловых отложений на территории Кавказа и о направлении их стока ДАН СССР. т. 147, № 2, 1962.

Сухарев Г. М., Тарануха Ю. К., Власова С. П. Геотермические особенности нефтяных и газовых месторождений Кавказа. «Советская геология», 1962, № 12.

Сухарев Г. М., Мирошников М. В. Подземные воды нефтяных и газовых месторождений Кавказа. Гостоптехиздат, 1964.

Тагеева Н. В., Петлин С. Г., Морозова Н. И. О содержании бора в природных водах ДАН СССР, т. 3, № 5, 1934

Тарануха Ю. К. Геотермические особенности мезо-кайнозойских отложений Кубано-Черноморской нефтегазоносной области. Изв. Высш. уч. завед, «Нефть и газ», 1961, № 11.

Темникова Н. С. Климат Северного Кавказа и прилегающих степей. Гидрометиздат, 1959

Титова Е. А Термальные условия Сочи-Мацестинского артезианского бассейна. Тр. ЛГГП АН СССР. Изд-во АН СССР, 1960.

Толстихин Н. И., Дзенс-Литовский А И., Скробов А. А. Гидрогеологические районы природных минеральных вод СССР. М, 1938.

Рунич В П Геотермические условия северо-восточной моноклинали Большого Кавказа в Кабардино-Балкарской АССР и некоторые вопросы интерпретации геотермических данных. Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли. Том II. Изд-во АН СССР, 1961.

Семихатов А. Н. Условия формирования подземных вод в Терско-Кумском артезианском бассейне Докл. АН, т. 59, № 6, Махачкала, 1948.

Славянов Н Н. О некоторых малоизвестных источниках Кубанской области. Мат-лы общ и приклад. геол, вып. 82. Изд-во Геолкома, 1928.

Славянов Н. Н. Железноводские минеральные источники и пути увеличения ресурсов минеральной воды. Тр. ЛГГП, т. 1, 1945—1947.

Славянов Н. Н Железноводские минеральные источники и пути увеличения минеральной воды. Тр Лабор. гидрогеол. проблем. АН СССР, т 1, 1948.

Славянов Н. Н. Режим Псекупских минеральных источников в зависимости от каптажных условий и необходимые меры исправления каптажей ЛГГП АН СССР, т XX, 1958.

Смирнов А А. Иодо-бромные воды района Дагестанские Огни. ВСЕГИНГЕО, 1944

Ферсман А Е. К геохимии окрестностей Кисловодска. Докл АН СССР, т. 21, № 5, 1938.

Хани В. Е. Основные принципы геоморфологического районирования горных стран в связи с развитием их рельефа. Изд-во АН СССР, т. 74, № 3, 1950.

Хребтов А. И. Центральное Предкавказье. Сб. «Оценка ресурсов и перспективы использования термальных вод СССР как источника тепла» ЛГГП АН СССР, 1959.

Хребтов А. И. Природа внутреннего тепла нефтегазоносных площадей. Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли, т 1. Изд-во АН СССР, 1959а.

Хребтов А. И. Внутреннее тепло нефтегазоносных площадей Докл АН СССР, т. 136, № 5, 1961

Хребтов А. И Некоторые данные о геотермических условиях Ставрополья Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли, т. II. Изд-во АН СССР, 1961а

Хребтов А. И Ресурсы подземного тепла Центрального Предкавказья «Советская геология», 1961б, № 1.

Хребтов А. И Центральное Предкавказье. Сб. «Термальные воды СССР и вопросы их теплоэнергетического использования». Изд-во АН СССР, 1963.

Царев П В. Инженерно-геологическая характеристика основных типов лёссовых пород Центрального и Восточного Предкавказья. Сб. докладов межвузовской конф. «Вопросы строительства на лёссовых грунтах», Воронеж, 1961.

Царев П В., Балаев Л. Г. Генезис лёссовых пород Центрального и Восточного Предкавказья. Сб. «Просадочные деформации лёссовых пород Центрального Предкавказья». Изд-во АН СССР, 1963.

Чеботарев И И. О морфолого-генетических типах суглинистых грунтов Предкавказья применительно к оценке их инженерных свойств. «Геология на фронте индустриализации», 1934, № 6.

Чеботарев И. И. Гидрогеология плоскостного Дагестана. Гос. Инж Техн. Горно-Нефт. Издат. Ростов-на-Дону, 1934.

Чеботарев И. И. О геотермической ступени и химизме артезианских вод Северного Дагестана. «Разведка недр». 1955, № 3.

Чирвинский П. Н Сводный геологический и гидрогеологический очерк бассейнов рек Терека и Кумы. Тр. Сев.-Кавк. ассоц н-и. ин-тов, № 66, Ростов-на-Дону, 1929

Шагоянц С. А. Общие закономерности формирования подземных вод. ДАН СССР, т. XI, № 5, 1947

Шагоянц С. А. К вопросу о природе образования «языков» углекислых минеральных вод в районе Кавказских Минеральных Вод ДАН СССР, т VIII, № 5, 1947а.

Шагоянц С. А. Условия формирования подземных вод в Терско-Кумском артезианском бассейне. ДАН СССР, т XI, № 1, 1948.

Шагоянц С. А. Терско-Кумский артезианский бассейн Тр. ЛГГП, т 2, 1948а.

Шагоянц С. А Палеогидрогеологические схемы формирования подземных вод центральной и восточной частей Северного Кавказа. Тр. ЛГП, VI, 1949.

Шагоянц С. А Вертикальная и горизонтальная зональность в артезианских бассейнах различных структур. ДАН СССР, т. 103, № 6, 1955.

Шагоянц С. А. Подземные воды центральной и восточной частей Северного Кавказа. Госгеолтехиздат, 1959.

Шайдеров А М. Геотермические наблюдения в Новогрозненском районе. «Азерб. нефтяное хоз-во», 1929, № 4.

Шинкаренко А Л. Гидрогеохимическая характеристика и вопросы генезиса ессентукских углекислых вод. Тр. Научно-иссл. бальнеол ин-та на КМВ, т 23—25, 1946.

Шинкаренко А. Л. Гидрогеохимическая характеристика кисловодских углекислых вод. Тр Научно-иссл бальнеол. ин-та на КМВ, т. 23—25, 1946а

Шумаков Б. Б Твердый сток дельтовых оросительных систем на р Тереке и его роль в орошаемом хозяйстве. Сб. тр. ЮжНИИТа, вып. VII, Новочеркасск, 1960.

Щитов А. С. Условия формирования климата Ставропольской возвышенности. Тр Ставропольского гос пед. ин-та, вып. 11, 1957

Щукин И. С Очерки геоморфологии Северного Кавказа, ч. 1, Большой Кавказ. Тр. Научно-иссл. ин-та географии МГУ, вып. 2, 1926.

Эйхельман Э Э Краткий очерк геологии и гидрогеологии района Кавказских Минеральных Вод. Пятигорск, 1904.

Яковлев С А. Артезианские воды г. Краснодара. Тр. Совета обследов. и изучения края, 1922.

Якушева А Ф Неотектоника Восточного и Центрального Предкавказья «Советская геология», 1960, № 8

ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР

Том IX Северный Кавказ

Ведущий редактор *Л Г. Китаенко* Технические редакторы *Е Иерусалимская* и *В Быкова*

Корректор *Л В Сметанина*

Подписано к набору 13/IV-1967 г. Подписано к печати 5/VI-1968 г
Формат 70 × 108¹/₁₆ Бум № 1 + литограф Печ л 33,5 (с 2 вкл и 1 карт) Усл л 46,9
Уч изд. л. 43,75 Т.-01948 Тираж 1000 экз Зак № 369/9486-2 Цена 3 р 32 к с картой
Индекс 3—4—1

Издательство «Недра», Москва К-12, Третьяковский проезд, 1/19.
Ленинградская картфабрика ВАГТ