

ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР

ТОМ

XII

КОМИ АССР И НЕНЕЦКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ОКРУГ
АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ



МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР



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

ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
А. В. СИДОРЕНКО



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

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
МОСКВА 1970

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ РСФСР



УХТИНСКОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР

ТОМ
XLII

КОМИ АССР И НЕНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ОКРУГ
АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ РСФСР

РЕДАКТОР
В. Г. ЧЕРНЫЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
МОСКВА 1970

Гидрогеология СССР. Том XLII. Коми АССР и Ненецкий национальный округ Архангельской области РСФСР. Ухтинское территориальное геологическое управление. Издательство «Недра», Москва, 1970, 288 стр

Монография является первым опытом обобщения материалов по гидрогеологии и инженерной геологии обширной территории, расположенной на Крайнем Северо-Востоке Европейской части СССР

В томе приведены сведения о геологическом строении территории, дано ее гидрогеологическое районирование и рассмотрены условия распределения по площади и на глубину подземных вод различного химического, газового состава и степени минерализации, охарактеризована производительность водоносных горизонтов и комплексов. Оценены также ресурсы пресных подземных вод и описаны минеральные — лечебные промышленные и термальные воды. Достаточное внимание уделено рассмотрению гидрогеологических условий вскрытия и эксплуатации угольных и нефтяных месторождений. Специальный раздел монографии посвящен характеристике инженерно геологических условий территории

Иллюстраций 34 (в т ч 5 цв карт), таблиц 23, библиография — 257 названий

РЕДКОЛЛЕГИЯ МОНОГРАФИИ

«ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР»

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

РЕДКОЛЛЕГИЯ XLII ТОМА

В. П. АБРАМОВ,
К. К. ВОЛЛОСОВИЧ (зам редактора),
И. А. ГАБОВИЧ,
К. Н. КОЛЕТОВ,
Ю. Ф. МЯЧИН,
В. Г. ЧЕРНЫЙ (редактор)

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр
Введение	9
ЧАСТЬ ПЕРВАЯ	
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД	
Глава I История гидрогеологических, инженерно-геологических и мерзлотных исследований <i>К К Воллосович И А Габович С Е Суходольский</i>	15
Глава II Физико-географические факторы <i>И А Габович, С Е Суходольский</i> (Геокриологические условия)	20
Глава III Геологическое строение	33
1 Геолого структурное районирование <i>К К Воллосович</i>	33
2 Стратиграфия и литология	35
Докембрий и палеозой <i>К К Воллосович</i>	35
Мезозой <i>В А Абрамов</i>	46
Кайнозой <i>К К Воллосович</i>	54
3 История геологического развития региона и его тектоническое строение <i>К К Воллосович</i>	61
4 Геоморфология <i>К К Воллосович</i>	72
ЧАСТЬ ВТОРАЯ	
ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ	
Глава IV Гидрогеологическое районирование <i>И А Габович</i>	79
Глава V Гидрогеологическая характеристика основных водовмещающих толщ <i>И А Габович</i>	85
1 Исходные положения	85
2 Гидрогеологическая характеристика водовмещающих толщ четвертичных и неоген четвертичных отложений	88
Водоносный горизонт четвертичных элювиально делювиальных отложений	88
Водоносный горизонт современных — верхнечетвертичных аллювиальных отложений	89
Водоносный комплекс современных — верхнечетвертичных морских отложений	90
Водоносный комплекс верхне среднечетвертичных озерно аллювиальных и флювиогляциальных отложений	91
Воды спорадического распространения в верхне- среднечетвертичных ледниковых и ледниково морских отложениях и водоносный горизонт среднечетвертичных озерно-аллювиальных отложений	93
Воды спорадического распространения среднечетвертичных неогеновых морских отложений	95
Водоносный горизонт среднечетвертичных (доднепровских) озерно-аллювиальных отложений	95
3 Гидрогеологическая характеристика водовмещающих толщ дочетвертичных отложений	96
Канино Тиманский бассейн трещинных вод	96
Пайхойский бассейн трещинных вод	100
Северо Уральский бассейн трещинных вод	101
Мезенско-Вычегодский артезианский бассейн	102
Печорский артезианский бассейн	106
Печора Предуральский артезианский бассейн	109

	Стр.
Глава VI. Общие закономерности формирования зональности состава подземных вод	114
1. Палеогидрогеологические обстановки. <i>К. К. Воллосович, И. А. Габович</i>	115
2. Состав подземных вод и условия его формирования в зоне свободного водообмена. <i>И. А. Габович</i>	118
Подземные воды четвертичных отложений	119
Подземные воды дочетвертичных отложений Урало-Тиманской системы бассейнов трещинных вод	121
Подземные воды дочетвертичных отложений Печорской и Русской системы артезианских бассейнов	123
3. Подземные воды в зонах затрудненного и весьма затрудненного водообмена. <i>И. А. Габович</i>	126
4. Температурная зональность подземных вод. <i>Г. И. Богданова, И. А. Габович</i>	131
5. Характеристика газового состава подземных вод. <i>Л. А. Анищенко</i>	135
ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ	
СУЩЕСТВУЮЩЕЕ И ВОЗМОЖНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ	
Глава VII. Ресурсы пресных подземных вод и их использование	149
1. Естественные ресурсы подземных вод. <i>В. А. Всевожский, В. П. Карпова, И. А. Конжин</i>	149
2. Эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод. <i>И. А. Конжин</i>	158
3. Современное использование ресурсов пресных подземных вод. <i>И. А. Конжин</i>	169
Глава VIII. Минеральные, промышленные и термальные воды и перспективы их использования в народном хозяйстве	174
1. Минеральные лечебные воды. <i>Г. И. Богданова, И. А. Габович, Н. Ф. Сергеева</i>	174
Специфические воды	174
Неспецифические воды	178
2. Промышленные воды. <i>Ю. Ф. Мячин</i>	182
Рассолы	182
Бромные и йодо-бромные воды	183
Подземные воды с повышенным содержанием калия	188
Оценка перспектив	188
3. Термальные воды как источник теплофикации. <i>Г. И. Богданова</i>	190
Глава IX. Гидрогеология месторождений полезных ископаемых	192
1. Гидрогеология угольных месторождений. <i>Н. Б. Какунев</i>	192
Общая характеристика Печорского угольного бассейна	192
Гидрогеология разрабатываемых угольных месторождений	196
Гидрогеология разведанных угольных месторождений	214
Гидрогеология законсервированных угольных месторождений	216
2. Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений. <i>Б. Н. Любимов, М. Ш. Моделевский</i>	219
Общая характеристика Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции	219
Гидрогеология нефтяных залежей и разведочных площадей	221
Глава X. Охрана подземных вод. А. П. Мельник	241
ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ	
ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ	
Глава XI. Инженерно-геологические условия и физико-геологические процессы.	
3. <i>М. Дзениш</i>	251
1. Районирование территории и характеристика регионов и геоморфологических областей	251
2. Формации и геолого-генетические комплексы	254
Формации поверхностных отложений	255
Формации пород коренной основы	257
3. Характеристика инженерно-геологических групп пород	258
4. Современные физико-геологические процессы и явления	263
Характеристика многолетнемерзлых пород и связанных с ними явлений термокарста и солифлюкции	264
Характеристика карстопроявлений	266
Характеристика болот	269
Характеристика оползневых явлений	270

	Стр.
З а к л ю ч е н и е	274
Л и т е р а т у р а	279
П р и л о ж е н и я	
1. Гидрогеологическая карта четвертичных отложений Коми АССР и Ненецкого национального округа, масштаб 1 : 2 500 000	
2. Гидрогеологическая карта дочетвертичных отложений Коми АССР и Ненецкого национального округа, масштаб 1 : 2 500 000	
3. Схематическая карта элементов динамики подземных вод дочетвертичных отложений Коми АССР и Ненецкого национального округа Архангельской области	
4. Карта эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод Коми АССР, масштаб 1 : 2 500 000	
5. Схематическая инженерно-геологическая карта Коми АССР и Ненецкого национального округа, масштаб 1 : 2 500 000	

ВВЕДЕНИЕ

В XLII томе монографии «Гидрогеология СССР» рассматриваются гидрогеологические и инженерно-геологические условия территории Коми АССР и Ненецкого национального округа (в пределах Архангельской области) — обширного региона, изучение и промышленное освоение которого началось в конце 20-х годов текущего столетия.

За короткий отрезок времени был накоплен значительный фактический материал, освещающий главным образом освоенные районы и дающий общие представления об остальной несоизмеримо бóльшей площади.

Настоящий том представляет собой первое обобщение накопленного фактического материала. Ряд проблем, таких как реконструкция палеогидрогеологических условий, процессы формирования подземных вод и вопросы их динамики, по существу возникших в процессе работы, из-за большой сложности и недостатка фактического материала не получили исчерпывающего решения.

Несмотря на этот пробел, работа над монографией показала, что гидрогеологические и инженерно-геологические условия освоенных районов и сопредельных площадей характеризуются достаточно надежными данными. Поэтому приведенные сведения уже в настоящее время найдут применение для решения вопросов, связанных с использованием подземных вод, и послужат обоснованием для проведения дальнейших гидрогеологических исследований на этой территории.

Рассматриваемая территория расположена на крайнем Северо-Востоке Европейской части СССР между 59—70° с. ш. и 43—66° в. д. (рис. 1). На западе она граничит с Архангельской, а на юге — с Кировской и Пермской областями. На востоке граница территории с Тюменской и Свердловской областями проходит по осевой части Уральского хребта.

Площадь территории (без островов) 584,1 тыс. км², из них на долю Коми АССР приходится 415,9 тыс. км².

В административном отношении Коми АССР делится на 17 районов (см. рис. 1). Столица Коми АССР — г. Сыктывкар. В Ненецком национальном округе наиболее крупным населенным пунктом является его административный центр — г. Нарьян-Мар.

Коми АССР представляет собой важную топливно-энергетическую и лесосырьевую базу Российской Федерации. На Северо-Востоке Европейской части СССР она является единственным поставщиком энергетических и коксующихся углей, разнообразных нефтепродуктов, сажи, а также одним из крупнейших производителей древесины. Топливо-энергетическая промышленность сосредоточена в Печорском угольном бассейне, в районах Южного Тимана и в ряде мест бассейна р. Печоры, входящих в состав Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Центры угольной промышленности — города Воркута и Инта, нефтяной — Ухта.

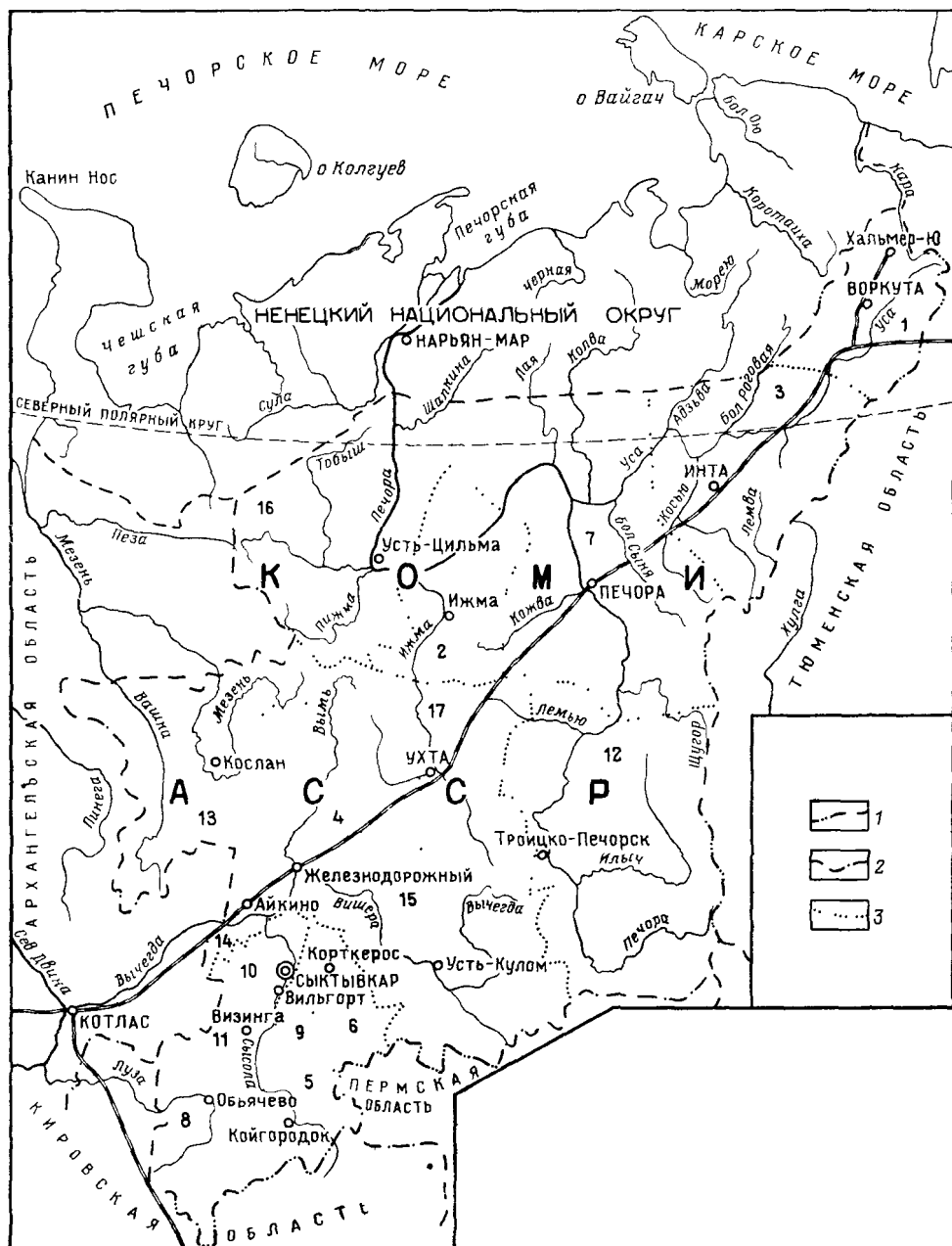


Рис. 1. Схема административного деления Коми АССР и Ненецкого национального округа Архангельской области РСФСР

1 — границы Коми АССР и области; 2 — граница Ненецкого национального округа, 3 — границы административных районов

Административные районы Коми АССР и центры районов: 1 — Воркутинский городской (г. Воркута); 2 — Ижемский (с. Ижма); 3 — Интинский (г. Инта); 4 — Княжпогостский (пос. Железнодорожный); 5 — Койгородский (с. Койгородок); 6 — Корткеросский (с. Корткерос); 7 — Печорский (г. Печора); 8 — Прилузский (с. Объячево); 9 — Сыктывдинский (с. Вильгорт); 10 — Сыктывкарский городской (г. Сыктывкар); 11 — Сысольский (с. Визинга); 12 — Троицко-Печорский (с. Троицко-Печорск); 13 — Удорский (с. Кослан); 14 — Усть-Вымский (с. Айкино); 15 — Усть-Куломский (с. Усть-Кулом); 16 — Усть-Цильмский (с. Усть-Цильма); 17 — Ухтинский (г. Ухта)

Крупными предприятиями по производству строительных материалов являются Воркутинский цементный завод и кирпичные заводы в городах Воркуте, Инте, Ухте и Сыктывкаре. В последние годы в промышленных центрах республики вступили в строй заводы железобетонных конструкций.

Лесные массивы Коми АССР по общим и эксплуатационным запасам занимают в Европейской части СССР первое место. По количеству ценных хвойных пород Коми АССР в лесной зоне Севера Европы стоит на втором месте после Карельской АССР.

В экономике Коми АССР лесная промышленность занимает одно из ведущих мест, и ее доля составляет примерно одну треть всех лесозаготовок Европейской части СССР.

Сельскому хозяйству в экономике Коми республики отведена подчиненная роль. Колхозно-совхозное производство специализировано на молочном и мясном животноводстве и овощеводстве. В Ненецком национальном округе развито в основном оленеводство.

Основной транспортной артерией, связывающей описываемую территорию с центральными районами СССР, служит магистраль Котлас — Воркута Северной ж. д. Сеть автодорог развита слабо.

Главная водная артерия — р. Печора — в высокую воду судоходна на протяжении 1515 км. Портом, связывающим речную магистраль с морскими путями, является г. Нарьян-Мар. Второй крупной водной магистралью служит р. Вычегда, сосредоточивающая грузопотоки южной части Коми АССР. Общая протяженность судоходных рек составляет около 6 тыс. км.

Подземные воды в народном хозяйстве рассматриваемой территории используются в небольшом количестве, преимущественно в качестве дополнительных источников, водоснабжения городов и промышленных центров. В сельскохозяйственных районах Коми АССР за счет подземных вод, особенно в последние годы, успешно решаются вопросы водоснабжения колхозов и совхозов.

Ресурсы минеральных подземных вод почти не используются. В южной части Коми АССР на базе хлоридных натриевых рассолов создан курорт Серегово и работает небольшое предприятие по выварке поваренной соли. Минерализованные воды палеозойских отложений, которые часто содержат в промышленных концентрациях бром, реже йод, не являются предметом добычи по причине отсутствия данных об их эксплуатационных запасах.

В предлагаемой читателю монографии обобщен весь имеющийся фактический материал по состоянию на 1 июля 1964 г. Опубликованные работы, а также другие имеющие принципиальное значение материалы учтены к моменту завершения тома по состоянию на 1 января 1966 г.

Работа по составлению монографии велась коллективом сотрудников Ухтинского территориального геологического управления Министерства геологии РСФСР с привлечением специалистов из Московского государственного университета, Всесоюзного нефтяного научно-исследовательского института и Института оснований и подземных сооружений Госстроя СССР.

Организационное и общее научно-техническое руководство работой осуществлялось И. А. Габовичем в соответствии с методическими указаниями ВСЕГИНГЕО.

Большая и трудоемкая работа по сбору и обобщению первичных материалов выполнена З. М. Дзениш с участием К. С. Кокуновой.

Существенную помощь в работе оказали Р. А. Булыгин, А. Ф. Горбачев, Е. Д. Соловьева, а в подготовке издательских макетов карт — С. И. Закревский и Г. Я. Сабуров. Ценные замечания по тексту и графике были сделаны заместителем главного редактора томов монографии Н. В. Роговской, рецензентами тома А. И. Ефимовым, В. Е. Сатыным, И. М. Цыпиной и сотрудницами ВСЕГИНГЕО Н. Г. Бобовым, В. И. Духаниной, Г. А. Маневской, Г. Г. Скворцовым, Л. М. Славяновой, Л. А. Яроцким.

Редактирование тома осуществлялось редакционной коллегией в составе ведущего редактора В. Г. Черного, заместителя редактора К. К. Воллосовича и членов редколлегии В. П. Абрамова, И. А. Габовича, К. Н. Колетова и Ю. Ф. Мячина.

Часть первая



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ
И ОСНОВНЫЕ ПРИРОДНЫЕ
ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД

ИСТОРИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И МЕРЗЛОТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

История гидрогеологического изучения территории делится на два периода — дореволюционный и послереволюционный.

Работы дореволюционного периода имели описательный характер, так как гидрогеологические наблюдения проводились попутно с геологическими и общегеографическими исследованиями. Необходимо отметить статью Н. Н. Барбота де Марни (1868), содержащую характеристику рассолов с. Серегово, статью А. Н. Замятина (1911) с ценными для того времени данными о минерализованных водах Ухтинского района и работу Ф. Н. Чернышева (1915) о Тимане, в которой для обширного региона приведены некоторые гидрогеологические сведения. Заслуживают внимания описания термальных источников Пымва-Шор в Большеземельской тундре, сделанные архимандритом Вениамином (1849), а позднее — А. В. Журавским (1906) и Н. А. Куликом (1909). Данные о динамике и распространении «вечной мерзлоты» содержатся в работах А. Шренка (1855), С. В. Керцелли (1911) и Г. Н. Танфильева (1911). Некоторые сведения об источниках подземных вод, встречающиеся в других работах дореволюционного периода (Кейзерлинг и Крузенштерн, 1851; Бессонов, 1908 и др.), отрывочны и их ценность невелика.

Бурное развитие народного хозяйства Севера в послереволюционное время вызвало необходимость изучения гидрогеологических условий этого обширного края.

До начала 30-х годов гидрогеологических работ проводилось мало. Сведения о подземных водах в основном пополнялись за счет попутных наблюдений над источниками при геологических и других исследованиях. Некоторые данные публиковались в выходившем в г. Сыктывкаре краеведческом журнале «Коми Му» и в изданиях Геологического комитета. Из работ специального назначения заслуживают упоминания гидрогеологические исследования, выполненные И. Е. Худяевым (1931) в районе Сереговского солеваренного завода и начатые им же в 1927 г. поиски источников водоснабжения для г. Сыктывкара.

В 30-х годах гидрогеологические данные значительно пополнились как за счет материалов, собранных попутно, так и за счет выполнения специальных исследований. В это же время с целью выяснения возможности переброски части стока северных рек в бассейн р. Волги в верхнем течении р. Вычегды и на площади Камско-Вычегодско-Печорского междуречья были начаты инженерно-геологические изыскания. На юге Коми АССР выполнялись работы, имевшие своей целью решение вопросов водоснабжения (за счет подземных вод) отдельных населенных пунктов, промышленных предприятий и железнодорожных станций. Особо следует отметить многолетние гидрогеологические изыскания, которые для этой цели проводились в районе г. Сыктывкара. В этот же период велись работы по изучению рассолов Сереговского соляного купола. Гидрогеологические исследования в небольших объемах ставились при разведке различных месторождений — угольных в Печорском бассейне, нефтяных — на некоторых площадях Тимано-Печорской провинции.

Из работ 30-х годов, опубликованных до начала Великой Отечественной войны, следует отметить статьи А. А. Черепенникова (1931, 1935) об источниках и газах Ухтинского и Пижемского районов, А. А. Чернова (1932) о сероводородных источниках Печорского края и А. А. Скрובה (1935) о геологии и рассолах района Сереговского солеваренного завода; сводку А. А. Скрובה и В. И. Смирнова (1939), в которой суммированы данные по минеральным водам Коми АССР и Ненецкого национального округа и приведена литература по этому вопросу; работы В. М. Пономарева (1937) по гидрогеологии Амдерминского района и П. В. Виттенбурга (1939) о рудничных водах и термическом режиме вечной мерзлоты острова Вайгач и Амдермы. Некоторые данные о подземных водах содержатся в соответствующих разделах работ по региональной геологии И. Е. Худяева (1936), Т. А. Добролюбовой и Е. А. Сошкиной (1935), Б. К. Лихарева (1932), А. А. Малахова (1940) и других авторов.

В годы Великой Отечественной войны региональное изучение подземных вод замедлилось. Гидрогеологические исследования в это время проводились главным образом в связи с разведкой и освоением газовых, нефтяных и угольных месторождений и преследовали узко практические цели.

В послевоенное время, помимо попутного изучения общих гидрогеологических условий при производстве геологосъемочных работ, среднемасштабными инженерно-геологическими съемками, которые сопровождались комплексом гидрогеологических работ, были покрыты большие площади в бассейнах верхнего и среднего течения р. Печоры и ее крупного притока р. Усы.

Среднемасштабные комплексные геологические и гидрогеологические съемки были проведены также в северо-западной части Мало-земельской тундры (п-ов Канин, побережье Чешской губы) и в районе г. Нарьян-Мара. Позднее было начато гидрогеологическое картирование площадей Воркутского, Интинского и частично Ухтинского промышленных районов и районов городов Сыктывкара и Микунь.

С целью решения вопросов водоснабжения значительный объем работ был выполнен в южной сельскохозяйственной части Коми АССР, а также в Воркутском и Интинском горнодобывающих районах. Гидрогеологические изыскания для изучения возможностей организации водоснабжения за счет подземных вод были проведены для городов Сыктывкара, Ухты, Сосногорска, Печоры и Нарьян-Мара. В это же время продолжались работы по изучению рассолов Сереговского соляного купола.

Большое количество скважин, пробуренных в пределах рассматриваемой территории, и обширные геофизические исследования, выполненные при поисках и разведке месторождений нефти, газа и угля, позволили более глубоко изучить геологическое строение площади и дать относительно детальную схему ее геоструктурного районирования. Однако изучению гидрогеологических условий в процессе бурения большинства скважин уделялось мало внимания. Поэтому как территория в целом, так и районы большинства месторождений в гидрогеологическом отношении остались слабо изученными.

По состоянию на начало 1965 г. гидрогеологическими исследованиями различной степени детальности охвачена площадь в 225,1 тыс. км², что составляет 38,8% площади всей территории.

Работы, отвечающие требованиям среднемасштабной съемки, были проведены только в районах городов Воркуты, Микунь, Сыктывкара, Ухты и с. Летка. Этой съемкой покрыта площадь в 16,6 тыс. км², или 2,8% площади территории.

Детальности площадных гидрогеологических мелкомасштабных съемочных работ могут отвечать:

а) гидрогеологические съемки, проведенные на площади Интинского промышленного района;

б) комплексные геологические и гидрогеологические съемки, выполненные в северо-западной части территории (п-ов Канин, побережье Чешской губы, район г. Нарьян-Мара);

в) инженерно-геологические съемки, проведенные в долинах рек Вычегды, Печоры, Ижмы, Усы и на площади Камско-Печорско-Вычегодского междуречья.

Общая площадь, покрытая этими съемками, определяется в 111,5 тыс. км², что составляет 19,1% площади всей территории.

По низшей категории гидрогеологического картирования, представляющего собой рекогносцировочные исследования и дающего только общие представления о гидрогеологических условиях того или иного района, оценена площадь в 97,0 тыс. км², или 16,7% площади всей территории.

Переоценка материалов гидрогеологических съемок, выполненная по состоянию на начало 1961 г., показала, что большинство гидрогеологических карт среднего масштаба не являются кондиционными. Однако производство комплекса дополнительных работ (картировочное бурение, отдельные маршрутные исследования и картосоставительские работы) позволит составить гидрогеологические карты мелкого и среднего масштабов для территории в 105,1 тыс. км² (18%).

Карт, достаточно полно освещающих гидрогеологические условия этой части территории СССР, не опубликовано. Из трудов обобщающего характера следует отметить следующие работы.

В 1948 г. В. А. Кротовой подготовлены материалы по химическому составу подземных вод нефтяных месторождений Ухтинского и Верхне-Ижемского районов.

З. И. Сухоруковой и Л. П. Нелюбовым в 1948 г. и затем З. И. Сухоруковой в 1951 г. составлены мелкомасштабные гидрогеологические карты для части территории юга Коми АССР. Современным требованиям, предъявляемым к таким картам, они не отвечают. Однако авторами этих работ с достаточной для того времени степенью детальности было произведено картирование первого от поверхности водоносного горизонта, дано гидрогеологическое районирование и указаны направления дальнейших исследований.

Проведенная в 1953 г. работа Е. В. Ртищевой является сводкой по минеральным водам и лечебным грязям Коми АССР и Ненецкого национального округа Архангельской области РСФСР.

Н. Н. Инкин в работе 1955 г. рассматривает вопросы генезиса подземных вод во взаимосвязи с нефтяными залежами и характером водовмещающих пород на площади Ижма-Сойвинского и Печорского нефтяных районов. Автор приводит сведения о степени минерализации подземных вод в зависимости от состава водовмещающих пород и глубины их залегания.

В работах Б. Н. Любомирова, выполненных в 1957 и 1961 гг., освещаются вопросы распространения, динамики, химизма и температуры подземных вод на промысловых и разведочных площадях Тимано-Печорской нефтегазоносной области и дается оценка нефтегазоносности отдельных площадей по гидрогеологическим признакам.

В 1960 г. И. А. Габовичем составлена среднемасштабная гидрогеологическая карта Коми АССР и Ненецкого национального округа. Она дает представление о гидрогеологическом районировании территории, водоносности горных пород, среди которых выделено несколько водо-

носных комплексов. В пояснительной записке к карте рассматриваются возможности использования подземных вод для водоснабжения, для бальнеологических целей и как сырья для химической промышленности.

В составленной К. Н. Комиссаровым в 1960 г. сводке систематизированы результаты большого числа скважин, пробуренных для целей водоснабжения на территории южной части Коми АССР.

А. Ф. Горбачевым в 1961 г. подготовлена сводка по промышленным водам Коми АССР и Ненецкого национального округа. При этом выделены площади, перспективные для поисков подземных вод, содержащих хлористый натрий, бром и йод.

Законченная в 1962 г. работа А. Ф. Горбачева и Р. А. Булыгина посвящена перспективам использования подземных вод для целей водоснабжения. В ней рассматриваются условия водоснабжения отдельных населенных пунктов и даются рекомендации по их улучшению. Текст иллюстрируется мелкомасштабными картами перспектив использования подземных вод для целей водоснабжения.

Е. Д. Соловьевой и Н. Ф. Сергеевой в 1962 г. проводились работы по составлению гидрохимической карты вод дочетвертичных отложений Коми АССР и Ненецкого национального округа. При этом рассмотрены вопросы гидрогеологической и гидротермальной зональности подземных вод и наличия йодо-бромных и бальнеологических вод.

В работе Е. В. Быкова, И. А. Габовича и др., выполненной в 1962 г., дается оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод рассматриваемой территории. Текст иллюстрируется прогнозной картой эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод.

В 1962 г. Горстройпроектом Госстроя СССР совместно с рядом других институтов был поставлен проект районной планировки Коми АССР (технико-экономические основы), где подземные воды рассматриваются как возможный источник водоснабжения.

В 1965 г. завершены работы по составлению кадастра подземных вод описываемой территории. Объяснительная записка к кадастру по Ненецкому национальному округу составлена И. А. Габовичем, по Коми АССР — И. А. Конжиным и З. М. Дзениш.

Опубликованных работ, посвященных описанию гидрогеологических условий всей территории или отдельных ее районов, относительно мало.

Гидрогеология месторождений Печорского угольного бассейна рассматривается в статьях Е. Т. Гордиенко (1944), В. М. Барыгина (1953), Ю. Ф. Мячина (1955), И. А. Габовича и И. А. Конжина (1958), Ю. Н. Гонобоблева (1959), С. Е. Суходольского (1960₁, 1960₂, 1961), И. А. Конжина и В. А. Кальм (1965) и И. А. Конжина (1965). Подземным водам нефтяных и газовых месторождений Тимано-Печорской провинции были посвящены работы Б. Н. Любомирова (1958, 1959₂, 1960, 1963) и Г. М. Сухарева (1959). Вопросы гидрогеологии региона и отдельных его частей освещаются в работах Л. А. Братцева (1955), Г. Н. Каменского и др. (1959), Б. Н. Любомирова (1959_{1,2}), И. А. Габовича (1962) и И. К. Полетаева (1962, 1964, 1965).

В заключение обзора остановимся на мерзлотных исследованиях. Специальное изучение мерзлых пород началось одновременно с промышленным освоением Печорского каменноугольного бассейна (Воркута) и побережья Карского моря (Амдерма). Первые геокриологические исследования носили экспедиционный характер. Усинская экспедиция Б. Н. Городкова (1932), Печорские экспедиции В. К. Яновского (1933) и М. Ф. Розена (1935), Усино-Воркутинская экспедиция Г. Ф. Писарева и Н. Г. Датского (1934) и Мезенская экспедиция Н. Г. Датского (1937) дали представления о географическом распрост-

ранении, условиях залегания и температуре многолетнемерзлых толщ на Северо-Востоке Европейской части СССР.

Основные исследования в области регионального и инженерного мерзлотоведения с 1936 по 1958 г. производились Воркутской научно-исследовательской мерзлотной станцией АН СССР (ВНИМС), затем были продолжены Северным отделением Института мерзлотоведения им. В. А. Обручева (СОИМ) и начиная с 1963 г. ведутся Институтом оснований и подземным сооружениям Госстроя СССР (СО НИИОСП). Большой вклад в дело изучения многолетнемерзлых пород внесен также другими организациями: Воркутинской комплексной геологоразведочной экспедицией УТГУ, комбинатом «Воркутуголь», Печорским научно-исследовательским угольным институтом, Географическим факультетом МГУ, Коми филиалом АН СССР и др.

Среди работ, подводящих итоги первого этапа мерзлотных исследований, выделяется капитальная сводка о многолетнемерзлых породах Воркутского района, составленная В. К. Яновским в 1944 г. В том же году Л. А. Братцевым произведено первое обобщение по мерзлым породам Коми АССР.

В середине 50-х годов Воркутинской мерзлотной станцией проведены экспедиционные исследования по долинам некоторых рек. Эти материалы дали возможность судить о закономерностях формирования и распространения многолетнемерзлых пород в северо-восточной части Большеземельской тундры и наметить границы нескольких широтных мерзлотных зон (Акимов, 1961₁; Акимов, Тютюнов, 1961; Иванова, 1960, 1962). С 1956 г. эта станция приступила к средне- и крупномасштабному мерзлотному картированию отдельных районов Печорского каменноугольного бассейна.

Анализу закономерностей формирования теплового поля горных пород на Севере Европы посвящены работы Д. В. Редозубова (1946, 1957), а закономерностям строения мерзлых пород — И. Н. Горчакова, Ф. Г. Бакулина (1958), Т. Н. Жестковой (1961). Большое внимание уделяется процессам взаимодействия мерзлых толщ и подземных вод в районах эксплуатируемых и подготавливаемых к эксплуатации угольных месторождений (Акимов, 1961₁; Суходольский, 1960_{1,2}, 1964).

Материал по результатам выполненных исследований изложен в многочисленных работах и отчетах. Часть их опубликована (Бобов, 1963_{1,2}; Братцев, 1958, 1959; Иванова, 1960_{1,2}; Мухин, 1960; Руофф, 1960; Редкозубов, 1957; Уваркин, 1960 и др.). Имеется несколько работ обобщающего характера (Барыгин, 1953; Братцев, 1954; Акимов и Тютюнов, 1961), ряд статей посвящен морфологии и генезису мерзлотных форм рельефа (Израилев, 1962; Конищев, 1959; Попов, 1958, 1962). Опубликованная в 1964 г. коллективная монография «Геокриологические условия Печорского угольного бассейна» является итогом многолетнего изучения мерзлых пород на крайнем Северо-Востоке Европейской части СССР.

Большое внимание при освоении угольных месторождений Печорского бассейна уделялось инженерному мерзлотоведению: методам строительства на мерзлых грунтах, изучению инженерных свойств мерзлых и протаивающих грунтов, их тепловому взаимодействию с инженерными сооружениями, рациональному ведению горных работ в условиях широкого распространения мерзлых толщ. В коллективной монографии «Теория и практика мерзлотоведения в строительстве» (1965) подведены итоги опыта инженерного мерзлотоведения в восточной части Севера Европы.

Мерзлотные условия остальной части площади распространения мерзлых пород изучены слабо.

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Орогидрография. Большая часть описываемой территории представляет собой пологоволнистую низменность (рис. 2). Четко выделяются в рельефе возвышенности Уральского хребта, Пай-Хоя и Тимана, между которыми расположена обширная Печорская низменность. Узкой полосе, ограниченной с юго-запада хребтом Пай-Хой, а с севера Карским морем, дано наименование Прикарской низменности. Всклобления Тимана на юге и западе постепенно переходят в Вычегодско-Мезенскую низменность, а на северо-западе к ним примыкает низменная равнина Канинской тундры.

Урал, являющийся наиболее возвышенной частью территории, простирается узкой полосой по ее восточной границе. Отдельные вершины хребта имеют высоту до 1894 м (гора Народная). Для наиболее высокогорной части Урала характерно развитие многочисленных снежников и отдельных каровых ледников. Относительно хорошо выражена в рельефе сочленяющаяся с Уралом полоса возвышенностей, образующих хребет Пай-Хой. Высота отдельных вершин хребта (гора Море-Из) не превышает 467 м.

Тиманский кряж состоит из плоских, местами почти не выраженных в рельефе возвышенностей, имеющих общее северо-западное простирание. На Южном Тимане высота отдельных вершин достигает 325 м (гора Пот-Чурк), на Среднем (Четласский Камень) — 467 м и на Северном — не превышает 242 м.

Печорская низменность представляет собой слабо наклоненную к северу равнину, имеющую средние отметки поверхности 120—180 м. В рельефе низменности выделяются Большекожвинская и Сойвинская гряды, а также полоса возвышенностей гряды Чернышева. Высшие точки гряд имеют отметки 220—270 м.

Вычегодско-Мезенская низменность представляет собой плоскую равнину, переходящую на юге в отроги Северных увалов. Отметки равнины колеблются в пределах 150—200 м, причем высоты отдельных водораздельных возвышенностей на крайнем юге достигают 250—270 м.

Относительная выровненность рельефа, характерная для большей части рассматриваемой территории, препятствует быстрому стоку атмосферных осадков, что значительно улучшает условия питания подземных вод.

Гидрографическая сеть территории почти целиком принадлежит бассейну северных морей. Крупнейшими водными артериями являются реки Печора, Вычегда и Мезень, бассейны которых занимают 79,2% всей площади территории. На долю бассейнов более мелких рек, впадающих непосредственно в море, приходится только 19,2% площади. Бассейны рек волжской системы занимают остальную незначительную часть территории.

Река Печора, имеющая длину 1809 км, является самой мощной артерией Северо-Востока Европейской части СССР. Площадь ее бассейна определяется в 327 тыс. км², а величина среднегодового стока

достигает 4120 м³/сек. Модуль стока притоков р. Печоры, берущих свое начало на Урале, может достигать 15—30 л/сек, тогда как на остальной площади бассейна он не превышает 8—12 л/сек.

Река Вычегда, вторая после р. Печоры водная артерия, имеет длину 1130 км, из которых на долю территории Коми АССР приходится

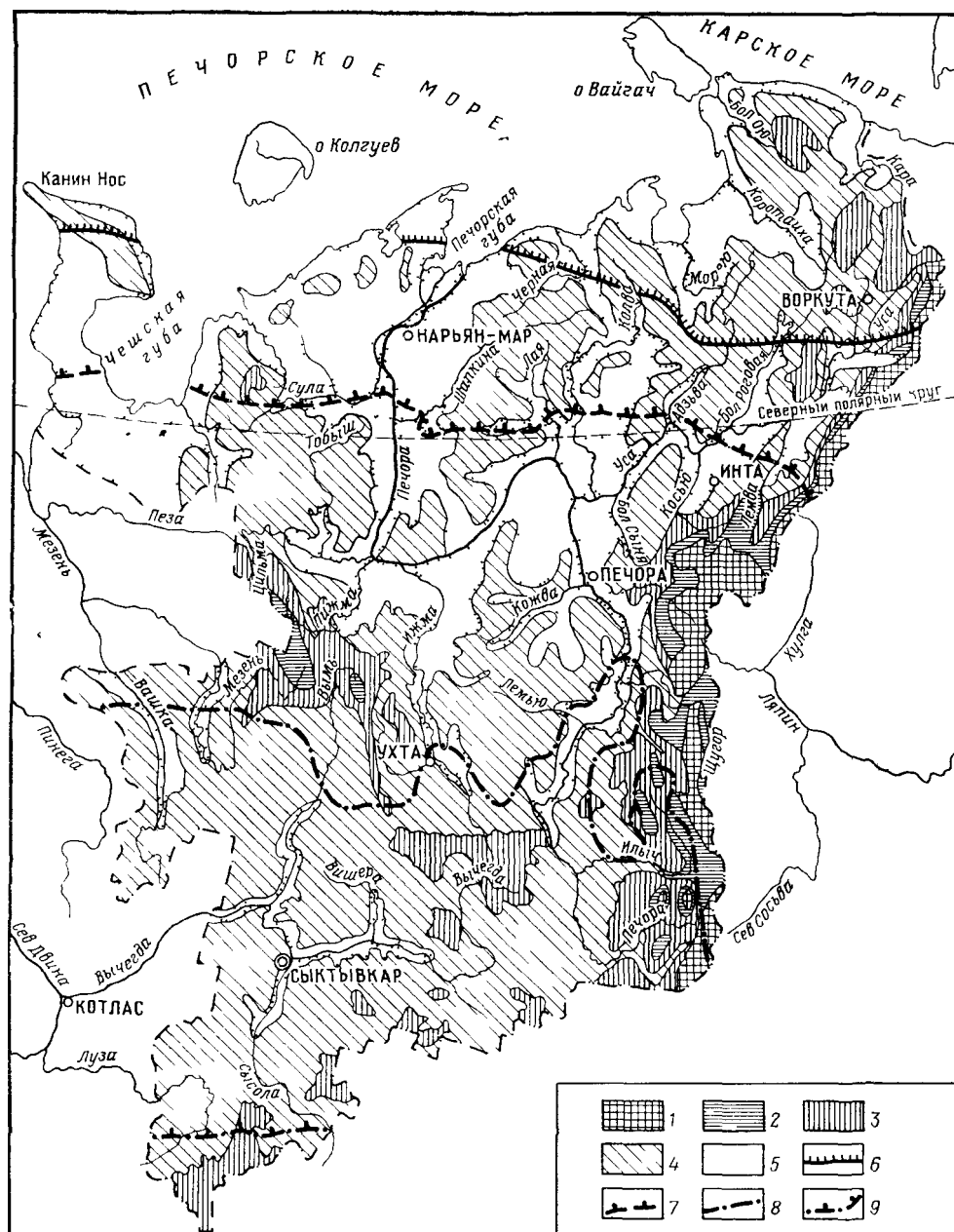


Рис 2 Схематическая карта рельефа и географической зональности Республики Коми АССР и Ненецкого национального округа Архангельской области РСФСР (составила З. М. Дзениш)

Абсолютные высоты (в м) 1 — свыше 500, 2 — 300—500, 3 — 200—300, 4 — 100—200, 5 — 0—100. Южные границы зон растительности, 6 — тундры, 7 — лесотундры, 8 — северной тайги, 9 — средней тайги

870 км. Общая площадь водосборного бассейна составляет 123 тыс. км² (в Коми АССР — 104 тыс. км²). Объем годового стока у г. Сыктывкара определяется в 600 м³/сек. Среднегодовой модуль стока колеблется в пределах 9—12 л/сек.

Площадь бассейна р. Мезени, занимающего западную часть территории, определяется примерно в 34 тыс. км². Длина р. Мезени в пределах рассматриваемой территории 440 км, а ее притока р. Вашки — около 460 км. На долю рек Мезени и Вашки приходится около 300 м³/сек годового стока. Среднегодовой модуль их стока в верхнем течении 10—12 л/сек.

Для большинства рек основным источником питания являются талые воды: более половины годового стока реки сбрасывают весной в период половодья. Большая роль в их питании принадлежит атмосферным осадкам, выпадающим на западном склоне Урала, который считается одной из самых влагоизбыточных областей Европейской части СССР. Регуляторами питания рек служат воды многочисленных болот, которые вследствие малой величины испаряемости широко развиты на огромных по площади плоских водораздельных пространствах, а также подземные воды. Талые воды обеспечивают до 50—60, а на севере до 65—80% речного стока. На долю дождевых и подземных вод в балансе питания рек приходится соответственно 20—30 и 10—25, реже 30—32% речного стока. В области развития многолетней мерзлоты роль подземных вод в питании поверхностных водоемов и водотоков сокращается до 5% и менее.

Химический состав поверхностных вод в период летней межени отличается разнообразием. В пределах горной и предгорной полосы Урала они гидрокарбонатно-кальциевые ультрапресные с минерализацией до 100 мг/л. На большей части рассматриваемой территории воды рек и ручьев гидрокарбонатно-кальциевые с минерализацией 100—150 и реже до 200—250 мг/л.

В пределах Среднего и Южного Тимана и прилегающих к этому району частей Вычегодско-Мезенской и Печорской низменностей воды большинства поверхностных водотоков гидрокарбонатные сульфатно-кальциевые с минерализацией 200—400 мг/л. Отдельные реки Южного Тимана, берущие начало или протекающие в области развития гипсов и ангидритов, характеризуются сульфатным гидрокарбонатно-кальциевым составом воды и повышенной минерализацией — до 400—800 мг/л.

Климат. На климате рассматриваемой территории сказалось ее положение на окраине Европейского материка, граничащего на севере с бассейном холодных морей, а на востоке — с Уральским хребтом. Характерной особенностью климата этой части СССР, суровость которого возрастает как с юга на север, так и с запада на восток, является продолжительная холодная зима, сменяющаяся коротким и прохладным летом. На рис. 3 приведены средние значения наиболее характерных климатических показателей за пятнадцатилетний период наблюдений (1936—1950 гг.).

Рассматриваемая территория, исключая ее крайнюю южную часть, расположена в зоне отрицательных среднегодовых температур воздуха. Среднегодовая температура воздуха на юге Коми АССР составляет всего лишь плюс 0,5°С (г. Сыктывкар), на западной оконечности п-ова Канин изменяется в пределах минус 1,0—1,3°С, а на побережье Карского моря снижается до минус 5,7—6,5°С.

Динамика воздушных масс над Северо-Востоком Европы обуславливает преобладание циклоничной пасмурной погоды. Положение рассматриваемой территории вблизи климатических фронтов служит причиной значительной изменчивости погоды, главным образом в север-

ной части территории. Преобладающее направление ветров — юго-западное и западное. Среднегодовые их скорости вблизи морского побережья достигают 6,8—8,1 м/сек, а на остальной части территории не превышают 2,9—5,1 м/сек.

Среднегодовое количество выпадающих осадков вблизи морского побережья менее 300 мм. На большей части территории оно колеблется в пределах 400—500 мм, а в предгорной части Урала — достигает 700—800 мм. Эти данные, особенно для северной части территории, следует считать заниженными, так как в зимнее время нельзя учесть количество выдуваемого из осадкомеров снега. В теплый период времени на побережье выпадает около 200 мм осадков, на большей части территории южнее Полярного круга — до 300—400 мм, а в предгорной части Урала 500—600 мм.

Среднегодовая абсолютная влажность воздуха изменяется незначительно, в пределах 3,4—4,7 мм. Относительная влажность воздуха на севере достигает 84—86%, а южнее Полярного круга колеблется в пределах 69—74%. Годовая величина испарения с суши для южных и юго-западных районов Коми АССР составляет 200—300 мм, а для северо-восточной части территории не превышает 150—125 мм.

Зима на юге Коми АССР, с округлением до календарных месяцев, продолжается с ноября по март, а на крайнем северо-востоке территории — с октября по май включительно. Для зимы характерна умеренно и значительно морозная погода, но нередко наблюдается сильно морозная, а на севере — жестко морозная.

Вторжения арктического воздуха сопровождаются резкими понижениями среднесуточных температур до минус 40—45°С, а проникновение атлантических воздушных масс вызывает значительное повышение температуры вплоть до январских оттепелей. Ветры зимнего периода имеют преимущественно юго-западное направление, и их среднемесячные скорости в январе вблизи морского побережья достигают 7,4—9,0 м/сек, южнее Полярного круга они не превышают 3,1—5,8 м/сек.

Распределение температур воздуха зимой (ноябрь — февраль) подчинено в общем меридиональной зональности. Среднемесячная температура самого холодного месяца — января — колеблется от минус 7,6—9,0°С на побережье п-ова Канин до минус 19,7—20,6°С в предгорьях Урала. В юго-западной части Коми АССР она равна минус 14,7—16,0°С.

Количество выпадающих осадков за холодный период времени на севере — менее 100 мм, на большей части остальной территории — 100—150 мм и в предгорьях Урала — более 150—200 мм. Максимальная мощность снежного покрова на севере 20—40 см, на остальной части территории 40—70 см. Среднемесячная абсолютная влажность воздуха в январе 1,2—2,0 мм, а относительная 82—88%.

Первые полуденные оттепели, указывающие на приближение весны, наблюдаются на юге Коми АССР в конце марта, а на севере территории — в конце апреля — начале мая. Переход от зимнего режима погоды к летнему происходит на протяжении более двух месяцев и заканчивается на юге Коми АССР к концу мая, а на севере — к концу июня — началу июля.

Лето продолжается на юге Коми АССР три месяца (июнь — август), а на севере — два (июль — август). Частая повторяемость пасмурной и дождливой погоды, относительно большое количество выпадающих осадков, холодные северные ветры и заморозки создают основной фон погоды умеренно теплого, а в северной части территории — прохладного лета, который лишь изредка нарушается периодами жаркой погоды.

В это время года преобладающими являются ветры северных или северо-восточных направлений, несущие холодный арктический воздух, который по мере продвижения к югу постепенно трансформируется в более теплый. Этим обстоятельством и объясняется значительная разница в летних температурах юга и севера территории. Поступления теплого воздуха с Юго-Востока Европейской части СССР крайне редки. Среднемесячная скорость ветра в июле на севере 5,6—7,0 м, а южнее Полярного круга — 2,8—4,1 м.

Распределение температур воздуха в летний период года, исключая область Урала, подчинено широтной зональности. Среднемесячная температура самого теплого месяца — июля — изменяется от 5,0—9,3°С на побережье моря до 15,9—16,2°С на юге Коми АССР.

В летнее время вблизи морского побережья выпадает около 100 мм осадков, на большей части остальной территории — 150—200 мм и в предгорьях Урала — более 200 мм. Абсолютная влажность воздуха летом увеличивается в направлении с севера на юг. Среднемесячная абсолютная влажность воздуха в июле на побережье Карского моря не превышает 6,3 мм (Югорский Шар), а на юге Коми АССР достигает 100 мм (г. Сыктывкар). Относительная влажность воздуха в июле на морском побережье составляет 80—85%, а на остальной территории не превышает 57—65%.

Первые ночные морозы, указывающие на начало осени, наблюдаются на севере во второй половине августа, а на юге — в первой половине сентября. Переход от летнего режима погоды к зимнему происходит на протяжении полутора-двух месяцев и оканчивается на юге Коми АССР в последних числах октября, а в северной части территории — к началу октября.

В общем климатическая обстановка Северо-Востока Европейской части СССР вследствие сравнительно большого количества осадков и низких величин испарения, обусловленных высокой влажностью воздуха и значительной облачностью, создает благоприятные условия для пополнения запасов подземных вод.

Природными регуляторами питания подземных вод за счет атмосферных осадков являются многочисленные торфяные болота. Они аккумулируют большие количества талых и дождевых вод, особенно в весенний и осенний периоды. Эти болота, к которым с долей условности относятся все участки поверхности с покровом торфа мощностью более 0,2 м, пользуются в пределах описываемой территории широким распространением. Ими занято около 50% площади тайги и лесотундры и свыше 70% площади тундры.

Растительность и почвы. Большую часть рассматриваемой территории занимает тайга, которая на севере переходит в лесотундру сменяющуюся затем тундрой (см. рис. 2).

Главными лесообразующими породами таежной зоны являются ель, лиственница, сосна и береза, занимающие в общей сложности до 95% всей лесной площади. Таежная зона делится на подзоны южной, средней и северной тайги. Подзона южной тайги расположена на крайнем юго-западе, южнее 60° с. ш., в бассейнах рек Летки, Лузы и Сысолы. Преобладающими здесь являются еловые и елово-пихтовые леса с заметным участием листопадных пород. Местность слабо заболочена, массивы крупных болот отсутствуют. На долю заторфованных участков падает всего около 18% площади подзоны. Почвы слабоподзолистые, суглинистые, участками дерново-подзолистые.

Подзона средней тайги занимает большую часть бассейна р. Вычегды и часть бассейнов верхнего течения рек Печоры и Мезени. Северная граница подзоны проходит по широте 63—64°. Господствующее

положение занимают здесь еловые и сосновые леса. Около половины площади подзоны (46,8%) заторфовано. Большое распространение имеют болота преимущественно верховые, реже низинные. Почвы типично подзолистые, суглинистые. Подзона северной части тайги приурочена к бассейнам среднего и частично нижнего течения рек Печоры и Мезени. Ее северная граница проходит примерно по 66° с. ш. Преобладающим развитием пользуются здесь еловые и елово-березовые леса, среди которых располагаются верховые и низинные, реже бугристые болота. Около половины площади, занятой северной тайгой, заторфовано. Основной вид почв — глеево-подзолистый.

Севернее 66° с. ш. леса постепенно редуют и по мере продвижения к северу представлены отдельными островками и полосами, приуроченными к речным долинам. В лесотундре широким развитием пользуются верховые, реже низинные болота, переходящие к северу в бугристые. Заторфованность местности достигает 52%; характерными почвами являются глеево-подзолистые, переходящие на севере в тундровые.

Тундра занимает крайнюю северную часть территории, и ее граница с лесотундрой отчетливо не выражена. Преобладающей древесной растительностью здесь является карликовая береза, а в долинах рек встречаются заросли ивняка. Более двух третей площади тундры (70,8%) заторфовано. Характерна значительная заболоченность местности; преимущественным развитием пользуются бугристые болота. Отдельные возвышенные участки покрыты моховыми лишайниковыми тундрами.

Каждой растительной зоне свойственны различные условия, определяющие формирование, распространение и питание подземных вод в области аэрации.

В зоне тайги с преимущественным распространением дерново-подзолистых почв, развитых на песчаных и супесчаных образованиях, условия питания подземных вод за счет атмосферных осадков наиболее благоприятны. Глеево-подзолистые почвы, образовавшиеся на суглинках и более глинистых песчаных и супесчаных отложениях, по своим фильтрационным свойствам уступают дерново-подзолистым. Однако вследствие большой заболоченности и заторфованности площади здесь также созданы условия для аккумуляции части атмосферной влаги, которая большую часть года участвует в питании подземных вод.

В зоне лесотундры и тундры, где глеево-подзолистые почвы постепенно сменяются тундрово-болотными и тундровыми, субстратом являются преимущественно суглинистые образования. Условия питания грунтовых вод за счет атмосферных осадков здесь более ограничены. Причиной этому является слабая водопроницаемость отложений и наличие мерзлых толщ.

Геокриологические условия. Около 30% площади территории находится в области развития многолетнемерзлых* пород. Геокриологические условия рассматриваемой территории изучены неравномерно. Основной объем исследований выполнен на севере Предуральяского прогиба, преимущественно в районах угольных месторождений. О мерзлых породах остальной части Северо-Востока Европейской части СССР можно судить лишь по материалам редких специальных маршрутов и данным, полученным при проведении региональных геологических, геофизических и геоботанических исследований.

* Далее многолетнемерзлые породы будем называть мерзлыми породами — *Прим. ред.*

На схематической мерзлотной (геокриологической) карте (рис. 4) южная граница распространения мерзлых толщ намечена ориентировочно, что обуславливается как недостаточным количеством фактических данных, так и некоторой неопределенностью самого понятия «южная граница». На рис. 4 эта граница оконтуривает предел обнаружения редких и маломощных (3—10 м) массивов мерзлых пород, залегающих среди талых отложений.

Южная граница нанесена на основании следующих данных. На Урале она проведена в соответствии с показаниями геокриологической карты СССР (Баранов, 1960). Западнее небольшие участки мерзлых пород под торфяниками встречаются в районе г. Инты, в низовьях р. Адзвы у пос. Адзва-вом и в долине р. Колвы — при впадении в нее р. Хаты-Яги. По данным торфяного фонда РСФСР (Коми АССР), небольшие массивы мерзлых пород известны в пределах обширного торфяника, располагающегося на левом берегу р. Усы при впадении ее в Печору ($65^{\circ}50'$ с. ш.). Южная граница в нижнем течении р. Печоры проведена по данным В. К. Яновского (1933). В Малоземельской тундре, по материалам Н. С. Садовского и З. А. Смирновой, мерзлые породы под торфяными буграми прослежены вплоть до устья р. Мезени, что позволяет провести здесь границу также несколько южнее Полярного круга.

К северу от южной границы площадь распространения мерзлых пород и их мощность постепенно увеличиваются, подчиняясь закономерностям формирования, отвечающим природным условиям Северо-Востока Европейской части СССР. Зональность мерзлотных условий этой обширной территории в основном связана с зональностью ее климата и прослеживается довольно четко. Однако известно (Каменский, 1933; Швецов, 1941; Суходольский, 1966; Фотиев, 1966), что разнообразие условий формирования мерзлых толщ и подземных вод, а также форм их гидротермического взаимодействия, кроме климата, определяется в первую очередь сочетанием таких показателей природных условий, как положение в рельефе и геологическое строение (литологический состав и водно-физические свойства горных пород).

На Северо-Востоке Европейской части СССР, где преобладают формы рельефа с небольшими относительными превышениями, орографический фактор не вносит существенных изменений в закономерности распространения мерзлых толщ, определяемые зональностью климата. Следует только отметить, что в общем виде и при равных геолого-литологических условиях на возвышенных элементах мезорельефа температура мерзлых пород ниже, а их мощность несколько больше, чем на сопредельных пониженных участках (Бобов, 1963_{1,2}). Но подобная закономерность выдерживается только там, где сравниваемые участки сложены однородными по своим свойствам отложениями суглинистого состава. В противном случае она может существенно нарушаться. В северной половине Печорского угольного бассейна известны районы, в которых на положительных формах рельефа вследствие присутствия в суглинистых породах прослоев песчаных пород мерзлые породы либо отсутствуют, либо залегают на глубине 10—30 м.

С геологическим фактором на Северо-Востоке Европейской части СССР связаны наиболее значительные отклонения от зональных закономерностей распространения мерзлых пород.

Влияние торфа на температурный режим подстилающих его пород выражено особенно резко и повсеместно. В границах всех мерзлотных зон наиболее охлажденные льдистые и мощные толщи мерзлых пород встречаются на площадях, занятых торфяниками.

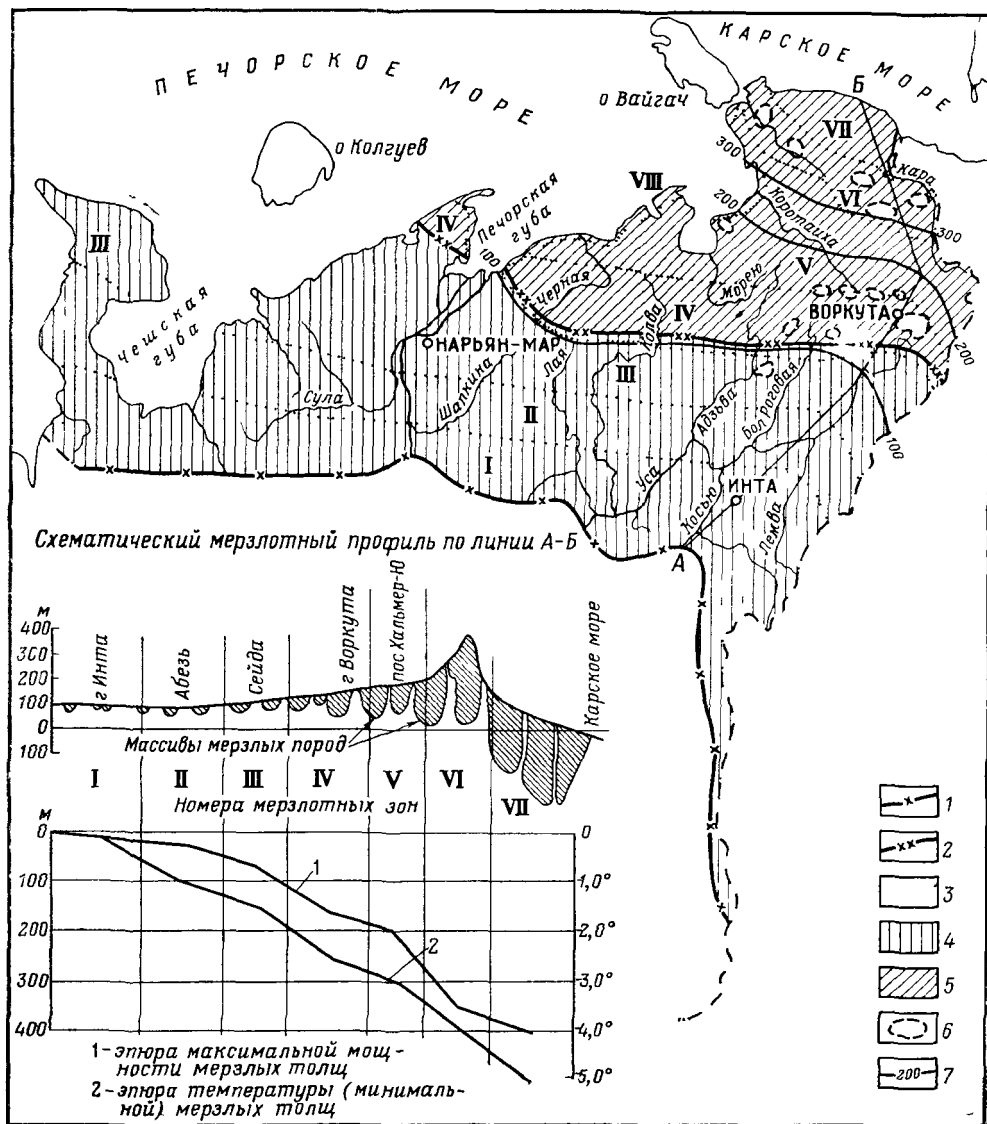


Рис 4. Схематическая мерзлотная карта территории Коми АССР и Ненецкого национального округа Архангельской области (составил С. Е. Суходольский)

1 — граница распространения многолетнемерзлых пород, 2 — граница преимущественного сплошного распространения многолетнемерзлых пород, 3 — границы мерзлотных зон и их номера, 4 — область редкоостровного и островного распространения мерзлых пород, 5 — область преимущественно сплошного распространения мерзлых пород, 6 — участки повышенной прерывистости мерзлых пород («азональные»), 7 — изолинии максимальных мощностей мерзлых толщ сечением через 100 м

Мерзлотные зоны I — редкоостровного распространения мерзлых пород — площадь мерзлых пород 1—5%, II — редкоостровного и островного распространения мерзлых пород — площадь мерзлых пород 5—25%, III — островного распространения мерзлых пород — площадь мерзлых пород 25—60%, IV — преимущественно сплошного распространения мерзлых пород — площадь мерзлых пород 60—95%, V — преимущественно сплошного распространения мерзлых пород — площадь мерзлых пород 70—95%, VI — преимущественно сплошного распространения мерзлых пород — площадь мерзлых пород (предположительно) 80—95%, VII — преимущественно сплошного распространения мерзлых пород — площадь мерзлых пород 90—95%, VIII — островного и преимущественного распространения мерзлых пород у морского побережья — площадь мерзлых пород 70—80%.

Формированию мощных и охлажденных мерзлых толщ под торфяниками способствует также и то, что слои торфа обычно подстилаются водонепроницаемыми озерно-болотными и озерно-аллювиальными глинами и тяжелыми суглинками. Среди всех прочих литогенетических разностей эти отложения во всех мерзлотных зонах отличаются наиболее высокой льдистостью и охлажденностью.

Подавляющая часть территории Печорской синеклизы с поверхности сложена суглинками с галькой и валунами, реже — песками. Относительно однородные грунтовые условия в сочетании с господствующим равнинным рельефом создают благоприятную обстановку для зонального строения мерзлых толщ на больших по площади территориях.

С влиянием на мерзлотные условия геологического фактора неразрывно связано и влияние гидрогеологического. К районам, где подземные воды эффективно воздействуют на температурный режим верхних слоев литосферы, а следовательно, и на условия залегания мерзлых толщ, относятся в первую очередь те, для которых мощность слабоводопроницаемых четвертичных отложений, перекрывающих коренные породы, мала или же в их составе доминируют хорошо проницаемые песчано-галечные отложения. Здесь при прочих равных условиях температура горных пород повышается, значительно увеличивается и прерывистость мерзлых толщ, а соответственно и интенсивность обмена подземных вод с поверхностными через большие сквозные талики.

На распространение мерзлых пород и их прерывистость большое воздействие оказывают поверхностные воды — озера и водотоки, т. е. фактор, который можно назвать гидрологическим. В северных мерзлотных зонах V, VI, VIII (см. рис. 4) существование большей части сквозных таликов обязано этому фактору.

Исследованиями, выполненными в IV и V мерзлотных зонах, установлено, что сквозные талики под озерами имеют место, если диаметр озер в полтора-два раза превышает среднюю мощность окружающих мерзлых пород. В этих же зонах сквозные талики под постоянными водотоками отмечены при ширине русла в 30—50 м и более. В более северных зонах, где температура окружающих озера и реки мерзлых пород ниже, это соотношение изменяется в сторону увеличения ширины водоемов, необходимой для существования под ними сквозных таликов. При этом следует учитывать, что к северу озерность равнинных территорий Печорской синеклизы возрастает. Известны обширные площади, где озера занимают до 40—45% территории (Уваркин, 1960). Таким участкам свойственна локальная прерывистость мерзлых толщ, значительно превышающая ту, которая присуща северным мерзлотным зонам в целом. Большая прерывистость мерзлых пород озерных участков делает возможным существование в их пределах относительно благоприятных условий для связи между поверхностными и подземными водами.

Таким образом, связь поверхностных вод с подземными в северных зонах осуществляется благодаря наличию среди мерзлой зоны таликов различных размеров и генезиса.

Полнота гидравлической взаимосвязи, кроме размеров таликов, в большей мере определяется их генезисом.

Среди всего многообразия таликов Северо-Востока Европейской части СССР путями, по которым осуществляется разгрузка и питание подземных вод, являются прежде всего талики, образовавшиеся в связи с переносом тепла в результате движения воды и воздуха по породам и пустотам горных пород. Талики другого типа, образование

которых связано с переносом тепла только посредством теплопроводности пород, развиты преимущественно в толщах суглинков. Низкие водопроводящие свойства этих отложений сильно ограничивают возможности связи подземных вод с поверхностными через талики такого типа.

Первая достаточно обоснованная карта районирования мерзлых пород Большеземельской тундры составлена А. Т. Акимовым (1961_{1,2}). В ее основу положены сведения о распространении, мощности, температуре и строении мерзлых толщ, полученные при изучении мерзлотных условий угольных месторождений Печорского бассейна и сопредельных районов, а также данные специальных маршрутных исследований по долинам рек.

Несколько позже Т. Ф. Ивановой была опубликована схема мерзлотного районирования Северо-Востока Европейской части СССР (Иванова, 1962_{1,2}; Геокриологические условия, 1964). Привлечение дополнительных материалов позволило Т. Ф. Ивановой продолжить границы мерзлотных зон на запад вплоть до устья р. Мезени.

Приведенная в данном разделе схематическая мерзлотная (геокриологическая) карта (см. рис. 4) отражает основные закономерности распространения мерзлых толщ. Краткая характеристика мерзлотных зон дана в табл. 1.

В отличие от схемы Т. Ф. Ивановой на карте выделены две дополнительные мерзлотные зоны и уточнены контуры некоторых ранее проведенных границ. В северных мерзлотных зонах внесмасштабным знаком показаны участки, условно названные участками «азонального» мерзлотного строения.

На фоне малопрерывистых мерзлых толщ северных зон «азональные» участки выделяются расчлененностью мерзлой геозоны большими сквозными таликами.

Формирование толщ многолетнемерзлых горных пород и приуроченных к ним подземных вод представляет собой единый взаимосвязанный процесс. Поэтому многие особенности режима подземных вод Северо-Востока Европейской части СССР находятся в тесной зависимости от условий формирования мерзлых пород, степени их прерывистости, строения и генезиса таликов, особенностей состава и строения сезонно-мерзлого слоя (Суходольский, 1966). Это влияние близ южной границы распространения мерзлых пород сказывается слабо, но оно постепенно возрастает в северном и северо-восточном направлениях.

Мерзлые породы I и II зон не оказывают заметного воздействия на формирование и циркуляцию подземных вод. Более широкое распространение мерзлых пород в III зоне, при их довольно значительной мощности, оказывает определенное влияние на условия формирования и залегание подземных вод, так как часть из них превращена в лед, а интенсивность водообмена между подмерзлотными и поверхностными водами ограничена массивами мерзлых пород.

В расположенных севернее IV, V, VI и VII мерзлотных зонах глубокое многолетнее промерзание горных пород оказывает значительное воздействие на условия формирования подземных вод. В четвертичных отложениях основная масса подземных вод находится в твердой фазе. В жидком виде их существование возможно лишь на участках сквозных таликов и там, где верхняя поверхность мерзлых пород опускается на некоторую глубину.

Толщи мерзлых пород затрудняют обмен поверхностных вод с подмерзлотными. Питание и разгрузка последних осуществляются по таликам, сложенным водопроницаемыми породами. В пополнении ресурсов подмерзлотных вод значение таликов, в разрезе которых участ-

Таблица I

Краткая характеристика мерзлотных зон Северо-Востока Европейской части СССР (по С. Е. Сухомельскому, 1966 г.)

Мерзлотная зона	Мерзлота		Температура мерзлых пород, °С	Мгновенная скорость таяния, м	Преобладающий состав мерзлых пород	Длительность существования мерзлоты в среднем в течение года	Краткая характеристика	Мерзлотные образования
	глубина, м	толщина, м						
I	1-5	1-5	12	0 до -0,2	Торф	>100	Масляная, мелкозернистая, слоистая	Торфяные бугры, пучки
II	5-25	10	25	0 до -10	Торф Суглинки, суглесты	>100 20-40	Масляная, мелкозернистая Слоистая, слоисто-суглистая	Торфяные бугры, пучки, рыхлый торф, моховые
III	25-100	20-30	70	-0,2 до -1,5	Торф Суглинки, суглесты Пески	>100 20-50 5-10	Масляная, мелкозернистая Слоистая, слоисто-суглистая Масляная	Бугры, пучки, повторные пучки, торфяные моховые
IV	90-95	60-80	170	-0,5 до -2,5	Торф Суглинки, суглесты Пески	>100 20-60 5-10	Масляная, мелкозернистая, глинистая Слоистая, слоисто-суглистая Масляная	Бугры, пучки, повторные пучки, торфяные моховые, глинистые, торфяные
V	80-95	80-120	200	-1,0 до -3,0	Галечники Коричневые породы	5-10 1-5	Масляная, коричневая Глинистая	
VI	Не изучалась			Нет сведений	То же	-	Не изучалась	
VII	Около 95	Не изучалась	100-500	-3,5 до -5,5	Суглинки, суглесты, коричневые породы	-	То же	Повторные пучки, торфяные моховые
VIII	70-80	То же	100	0 до -1,0	Пески, суглесты, суглинки			

* На затопленных участках.

вуют отложения суглинистого состава, ограниченно. Процессам инфильтрации поверхностных вод через талики препятствует также и глубокое сезонное промерзание горных пород.

В рассматриваемых мерзлотных зонах связь между поверхностными и подземными водами осуществляется не только в долинах рек, но и на водораздельных пространствах, поскольку в пределах последних встречаются относительно большие по площади талики, приуроченные главным образом к участкам «азонального» мерзлотного строения. Наибольшее количество сквозных таликов, связанных с участками «азонального» мерзлотного строения, приурочено к той части региона, которая тяготеет к складчатым структурам Пай-Хоя, Урала, гряд Чернова и Чернышева, для которых характерна небольшая мощность четвертичных отложений. В западном направлении мощность четвертичных образований, преимущественно суглинистого состава, постепенно возрастает до 100 м и более. Поэтому можно ожидать, что в тех частях IV и V мерзлотных зон, которые охватывают междуречье Колва — Печора, «азональных» участков значительно меньше. Следовательно, здесь водообмен между поверхностными и подземными водами еще более ограничен, чем на площадях, расположенных в восточной части упомянутых зон.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

1. ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Северо-Восток Европейской части СССР представляет собой область преимущественного распространения осадочных отложений. Районы развития метаморфических и изверженных пород приурочены к Урало-Пайхойской складчатой зоне и некоторым участкам полосы Канино-Тиманских дислокаций. По особенностям геологического строения в пределах описываемой территории выделены следующие крупные геоструктурные элементы (см. рис. 9).

Область Мезенско-Вычегодской синеклизы *. Эта область расположена на западе и юго-западе рассматриваемой территории. Она представляет собой субмеридиональный прогиб, выполненный верхнепротерозойскими, палеозойскими и мезозойскими отложениями. Мезенско-Вычегодская синеклиза, так же как и Московская, входит в систему депрессий Главного прогиба Русской платформы («Геология СССР», т. II, 1963). Западная граница синеклизы находится за пределами описываемого региона, в Архангельской области. С северо-востока и востока Мезенско-Вычегодскую синеклизу ограничивает полоса Канино-Тиманских дислокаций, а на юге она примыкает к Глазовской синеклизе, от которой отделена седловиной, расположенной в районе Камско-Вычегодского водораздела и полосы всхолмлений Северных увалов.

Нижний этаж Мезенско-Вычегодской синеклизы слагают архейские гранито-гнейсы или протерозойские (на севере карельские) кристаллические образования; а верхний — спокойно залегающие осадочные отложения мощностью от 1,7 до 2,5 км и более. Осадочные отложения залегают на фундаменте с разрывом и угловым несогласием. Угловые несогласия внутри осадочного чехла или отсутствуют, или слабо выражены.

Мезенско-Вычегодская синеклиза делится на две части: северную — Пезо-Мезенскую впадину и южную — Сысола-Вычегодскую. Пологое Вычегодское поднятие, разделяющее эти две впадины в районе среднего течения р. Вычегды, на геологической карте отражено полосой развития нижнетриасовых отложений среди поля распространения юрских.

Область Канино-Тиманских дислокаций (Канино-Тиманская антеклиза). Данная область протягивается широкой полосой через весь рассматриваемый регион с северо-запада на юго-восток. В бассейне р. Вишеры дислокации Тимана причленяются к Уралу. Понижением, занятым акваторией Чешской губы, Канино-Тиманская область делится на две подобласти — Канинскую и собственно Тиманскую. Канино-Тиманская антеклиза принадлежит к эпирифейской платформе и возникла в зоне ее примыкания к архейско-протерозойской части

* Название «Мезенская синеклиза», употребляемое для этой же структуры другими авторами (Люткевич, Пейсик, 1957), в настоящей работе не используется, так как оно не определяет географического положения прогиба.

Русской плиты. В структурном отношении антеклиза представляет собой систему блоковых поднятий (горстовых выступов и крупных антиклиналей коробчатого строения), разделенных тектоническими депрессиями.

Область Печорской синеклизы. Эта область расположена в восточной части эпирифейской платформы и занимает обширное пространство между Тиманом и Предуральским краевым прогибом. В плане Печорская синеклиза имеет очертания неправильного треугольника, открытого на севере в сторону Печорского моря.

Фундамент синеклизы сложен различно метаморфизованными толщами верхнего протерозоя, а в некоторых местах, возможно, и более древними образованиями. В осадочном чехле отчетливо выделяются два структурных яруса. Нижний из них образован относительно слабо дислоцированными триасовыми и палеозойскими отложениями. Верхний ярус сложен юрскими, нижнемеловыми и кайнозойскими отложениями, залегающими практически горизонтально. Между этими ярусами отмечается регионально развитый размыв и угловое несогласие.

Печорская синеклиза осложнена несколькими структурами северо-западного (тиманского и пайхойского) направления. Печора-Малоземельский вал, частично перекрытый юрскими и меловыми отложениями, делит ее на две крупные впадины: северо-восточную — Большеземельскую и юго-западную — Ижма-Печорскую, которые, в свою очередь, осложнены более мелкими структурами.

Область Предуральского краевого прогиба. Данная область характеризуется глубоким погружением кристаллического основания и большой мощностью осадочных, главным образом пермских, отложений. Граница между Предуральским прогибом и Печорской синеклизой в значительной мере условна и во многих местах дискуссионна. На севере она, по-видимому, проходит несколько западнее дислокаций гряды Чернышева, далее к югу пересекает Печора-Малоземельский вал в районе изменения его направления с меридионального на северо-западное и затем следует примерно параллельно Уралу.

Внутренняя граница прогиба проводится вдоль юго-западного склона Пай-Хоя и далее к югу по западной кромке полосы интенсивно дислоцированных девонских и каменноугольных отложений, слагающих линейные складки уральского направления. Эта граница также дискуссионна, так как некоторые исследователи, основываясь на сходстве фации пермских угленосных отложений юго-западного и северо-восточного склонов Пай-Хоя, рассматривают сам Пай-Хой как структуру, принадлежащую Предуральскому прогибу.

Предуральский прогиб делится юго-восточной частью Печора-Малоземельского вала на две подобласти: северную — Усино-Кортаихинскую, для которой характерны различные направления и разнообразные очертания тектонических форм, и южную — Верхне-Печорскую, имеющую более простое строение. В Верхне-Печорской подобласти почти все структуры имеют уральское (меридиональное) направление.

Урало-Пайхойская складчатая область. В этой области, которая представляет собой сложно построенную полосу земной коры, выделяются две подобласти — Пайхойская и Уральская. Часть приосевой полосы Урала и его восточный склон расположены за пределами описываемой территории. В Пайхойской подобласти выделяется сложно построенный Пайхойский антиклинорий и примыкающая к нему с северо-востока Прикарская мегасинклиналь. В Уральской подобла-

сти ряд более или менее обособленных структур устанавливается по геологическим и геоморфологическим признакам.

Выделенные в пределах рассматриваемой территории геоструктурные элементы представляют собой крупные регионы, значительно отличающиеся друг от друга по своему строению и составу развитых в их пределах осадков. Первоначальные различия между ними были вызваны неоднородностью фундамента палеозойских отложений. Распределение фаций и скорости осадконакопления зависели в основном от геотектонических условий. Поэтому процессы седиментации в пределах каждого из выделенных регионов на ранних этапах геологической истории отличались своеобразием даже в тех случаях, когда палеогеографические обстановки на смежных площадях обладали чертами внешнего сходства.

При дальнейшем геологическом развитии регионов в их пределах создавались необратимые явления консолидации фундамента, вследствие чего вся система геоструктурных элементов в палеозое и мезозое становилась все более жесткой и монолитной. Влияние геотектонических условий на размещение фаций постепенно уменьшалось за счет усиления роли физико-географических факторов. В кайнозойских отложениях пространственное размещение различных типов осадков уже не связано с контурами выделенных геоструктурных элементов. Показанные на картах границы литолого-стратиграфических подразделений четвертичной системы определялись границами распространения древних оледенений, эпиконтинентальных морей, особенностями рельефа и другими факторами, не имеющими прямой связи с геотектоникой.

Эти черты развития рассматриваемой территории приняты во внимание при ее гидрогеологическом районировании. Оно произведено с учетом границ выделенных геоструктурных элементов только для подземных вод, приуроченных к толщам протерозойских, палеозойских и мезозойских отложений.

2. СТРАТИГРАФИЯ И ЛИТОЛОГИЯ

В пределах описываемого региона развиты докембрийские, палеозойские, мезозойские и кайнозойские отложения (рис. 5). Докембрийские образования рассматриваются совместно с кембрийскими, так как их разграничение в ряде мест является условным.

Докембрий и палеозой

Наиболее древние породы залегают в основании осадочного чехла Мезенско-Вычегодской синеклизы в юго-западной части Коми АССР. Они относятся к архею и представлены гранито-гнейсами. Архейские образования вскрыты бурением на р. Сыsole около с. Иб на глубине 1705 м, а около с. Грива — на глубине 1894 м.

В других местах Мезенско-Вычегодской синеклизы скважины не достигли кристаллического основания и останавливались забоем в древних осадочных толщах, сложенных плотными алевролитами, аргиллитами, песчаниками и гравелитами с очень низкими показателями пористости и проницаемости. Эти породы относятся к нижнебавлинской, сердобской, валдайской и балтийской (?) сериям. Возраст трех нижних серий протерозойский (рифейский и вендский). Балтийская серия принадлежит к кембрийской системе, но ее выделение на рассматриваемой территории условно.

Средняя мощность рифейско-кембрийских отложений в Мезенско-Вычегодской синеклизе оценивается в 1500—2000 м. В депрессиях фундамента эти цифры могут оказаться большими, а в повышениях уменьшаться до 200—300 м (данные бурения около с. Иб).

В полосе Канино-Тиманских дислокаций докембрийские отложения выведены на поверхность в отдельных поднятиях.

Наиболее интенсивно метаморфизованы породы хребта Пае на севере п-ова Канин, где развиты различные сланцы и парагнейсы, прорванные кварцевыми жилами и небольшими телами гранит-пегматитов. Несколько южнее через полуостров протягивается полоса мраморизованных известняков и доломитов. Соотношение толщи карбонатных отложений со сланцево-гнейсовыми породами хребта Пае не выяснено. Возраст метаморфизованных отложений п-ова Канин верхнепротерозойский.

На Северном Тимане древние породы представлены кварц-биотитовыми, глинисто-серицитовыми и другими сланцами, среди которых Л. С. Коссовой выделяет три свиты местного значения. В двух нижних Б. В. Тимофеевым установлено присутствие протерозойских спор, а в верхней свите — комплекса спор, близкого к валдайскому. Сланцы прорваны разнообразными по составу (щелочными, кислыми и основными) изверженными породами. Определения абсолютного возраста интрузий дают цифры от 475 до 600 млн лет.

На Среднем Тимане, по Э. А. Кальберг (1948), нижним членом разреза служит четласская свита, представленная хлорит-серицитовыми и кварц-серицитовыми сланцами и кварцитами. Выше залегает аньюгская (джежимская) свита кварцито-песчаников и гравелитов мощностью около 300 м, а еще выше — быстринская свита, разделенная на две подсвиты. Нижнюю — «карбонатную» подсвиту мощностью 1200—1500 м составляют известняки и доломиты; верхнюю — «оселковую» тонкоплитчатые кварц-серицитовые и глинистые сланцы. Общая мощность быстринской свиты не менее 3000—4000 м. Некоторые исследователи под четласской свитой выделяют кварцитовую светлинскую свиту, а над быстринской — кислоручейскую свиту, сложенную различно метаморфизованными сланцами (Журавлев и Осадчук, 1962; Черный, 1965). Предложены и другие схемы расчленения древних толщ Среднего Тимана (Солицев, 1959; Оффман, 1961; Разницын, 1962; Цзю, 1964), но они пользуются меньшим распространением.

На Южном Тимане в районе Оч Пармы К. К. Воллосовичем выделены две свиты: нижняя — ропчинская мощностью более 1400 м сложена метаморфизованными известняками и доломитами с рифейскими строматолитами; верхняя — очпарминская мощностью свыше 2000 м представлена глинистыми, глинисто-серицитовыми и кварцито-глинистыми сланцами.

Еще юго-восточнее, в районе Джежим-Пармы, Ксенофонтово и сочленения Тимана с Уралом, Е. В. Владимирской (1955) выделены четыре свиты (снизу вверх): рассольнинская, сложенная аркозовыми песчаниками и кварц-слюдистыми алевролитами (мощность около 2000 м); деминская — мергельно-алевритовая (мощность 160—360 м); низьвенская, представленная водорослевыми известняками и доломитами (мощность 800—1700 м), и чурочная — алеврито-сланцево-песчаниковая с подчиненными прослоями конгломератов (мощность около 1500 м). Чурочная свита в пределах Коми АССР не обнажена. Большинство исследователей она рассматривается как возрастной аналог валдайской серии платформы. В настоящей работе все метаморфизованные породы Тимана отнесены к верхнему протерозою.

В Урало-Пайхойской области протерозойские и кембрийские (²) образования сложены различным метаморфизованными осадочными и магматогенными породами. Среди них различают осадки верхнего протерозоя и отложения, условно относимые к кембрию.

Расчленение древних отложений Урало-Пайхойской области связано со значительными трудностями, обусловленными сильной дислоцированностью пород и почти полным отсутствием органических остатков. Большая группа геологов считает, что свиты, относимые к кембрию, в действительности являются рифейскими. С древними (доордовикскими) отложениями Урала связаны многочисленные интрузивы гранитоидного и основного состава. Возраст большинства интрузий кембрийский или верхнепротерозойский.

Ордовик. Полный разрез ордовика известен только в пределах Урало-Пайхойской складчатой области. Начиная с ордовика, в палеозое Урала и Пай-Хоя обособляются две фациальные зоны, выделенные К. Г. Войновским-Кригер (1945). Осадки одной зоны, характеризующиеся развитием карбонатных пород и песчаников, получили название елецкого комплекса. Во второй зоне, названной Лемвинской, преобладают сланцевые (флишеидные) толщи. Фации лемвинского комплекса содержат мало органических остатков.

Нижний ордовик отделен от подстилающих отложений поверхностью размыва и угловым несогласием. В районах распространения елецкого комплекса он представлен толщей кварцито-песчаников (тельпосская свита). Средний ордовик сложен известняками с прослоями сланцев. В Лемвинской зоне отложения нижнего и среднего ордовика не разделяются. Они представлены филлитовидными сланцами с подчиненными прослоями алевролитов, песчаников и известняков. Местами встречаются прослои эффузивов и туффов. Верхний ордовик елецкого комплекса сложен известняками, доломитами, песчаниками и сланцами. В Лемвинской зоне, где распространены бедные фауной сланцевые толщи, верхний ордовик не отделен от среднего. Мощность ордовикских отложений исчисляется сотнями и тысячами метров.

К западу от Урала ордовикский возраст, вероятно, имеют кварцевые песчаники седьмольской свиты ижмо-омринского комплекса, хотя некоторые геологи (З. И. Цзю и др.) относят эти отложения к более древним (валдайско-балтийским) образованиям. На юго-восточном склоне Тимана и в Печорской синеклизе эти песчаники перекрывают сланцевые породы фундамента с угловым несогласием. Мощность седьмольской свиты, вскрытой только скважинами, непостоянная (от 40 до 276 м).

Силур. Силурийские отложения распространены на Пай-Хое и Урале, в Приуралье, а также на юго-востоке и севере Тимана и на о. Канин. В Урало-Пайхойской области и в Предуральском прогибе разрез силура представлен полностью — от ландоверского до верхнего лудловского яруса включительно. В фациях елецкого комплекса преобладают карбонатные породы, среди которых широко распространены коралловые, строматопоровые и водорослевые известняки. Силур Лемвинской зоны представлен сланцевыми толщами, которым подчинены прослои петельчатых (водорослевых) известняков и доломитов. Мощность силура в Урало-Пайхойской области 1500—2000 м.

На Юго-Восточном Тимане к силуру относится фаунистически охарактеризованная карбонатная васькеркская свита мощностью 250—460 м и, возможно, подстилающая ее нибельская свита. Нибельская свита сложена аргиллитами и алевролитами с прослоями песча-

ников. Мощность свиты непостоянна (от 50 до 440 м). Фауны свита не содержит.

Силур Северного Тимана и Канина представлен доломитизированными известняками нижнего отдела и песчаниками с остатками рыб, относимыми к верхнему отделу. Отложения имеют облик платформенных образований и отличаются небольшой мощностью.

Девон. Осадки этого возраста пользуются широким распространением, но на обширных пространствах вскрываются только буровыми скважинами. Новейшие данные о распространении и стратиграфии девонских отложений приведены в работах Л. В. Добротворской (1959), Т. И. Кушнareвой (1959), А. Г. и О. А. Кондяйн (1960), Л. С. Коссового (1959), Г. П. Мартыновой (1959), О. А. Солнцева и Н. И. Литвиненко (1964), А. И. Першиной (1960), Г. А. Чернова (1962), З. И. Цзю и других авторов. Наиболее полно девонская система развита в Урало-Пайхойской области, где отмечаются все три ее отдела.

Нижний девон в Урало-Пайхойской области представлен известняками и доломитами мощностью от нескольких десятков до нескольких сотен метров, к югу от Пай-Хоя он часто выпадает из разрезов. В Предуральском прогибе образования нижнего девона выклиниваются.

Средний девон распространен шире, чем нижний. Эйфельский ярус на Пай-Хое сложен песчаниками, сланцами и известняками, а на Полярном Урале — преимущественно известняками и доломитами. Он или залегает согласно на кобленцком ярусе, или перекрывает с размывом более древние отложения. Южнее, на Северном Урале, пользуется распространением фация такатинских песчаников. Мощность эйфельского яруса Урала 200—400 м, реже более.

В живетском ярусе Урала и Предуралья развиты известняки и доломиты и в меньшей мере алеврито-сланцевые породы. Мощность яруса 200—300 м. На Пай-Хое этот ярус представлен доломитизированными известняками и кремнистыми сланцами.

В Лемвинской фациальной зоне в девоне выделены две свиты, сложенные кремнистыми и глинистыми сланцами с прослоями известняков и кварцитовидных песчаников, местами с примесью туфогенного материала. Нижняя из свит — лек-елецкая — объединяет осадки нижнего и части среднего отделов, а верхняя — пагинская — часть среднего и верхний отдел.

В Печорской синеклизе и на Тимане породы среднего девона залегают трансгрессивно на более древних. Они представлены песчано-алевритовыми осадками, крайне изменчивыми по мощности. Отложения бедны органическими остатками и их расчленение на ярусы часто условно. К эйфельскому ярусу относятся самые нижние слои нефтегазоносных песчаников и алевролитов Ухтинского, Верхне-Ижемского, Омра-Сойвинского и Западно-Тэбукского районов и, вероятно, нижние горизонты среднедевонских кварцевых песчаников Среднего и Северного Тимана. К живету относятся: терригенные слои верхов среднего девона Ухтинского района и прилегающих площадей, верхняя часть среднедевонских песчаников и конгломератов Среднего и Северного Тимана и мощная (свыше 792 м) толща песчаников, алевролитов и глиин, вскрытая на р. Печоре скважиной «Мутный Материк». Верхние горизонты живета иногда содержат примесь пирокластического материала. В других местах Печорской синеклизы живетский ярус имеет небольшую мощность или вообще отсутствует. На некоторых площадях среднедевонские отложения нефтеносны.

В Мезенско-Вычегодской синеклизе образования среднего девона были вскрыты Кажимской скважиной на юге Коми АССР, где они трансгрессивно перекрывают валдайские аргиллиты. К эйфелю здесь отнесена 60-метровая пачка пестроцветных песчаников и алевролитов, а к живету — толща слаболитифицированных песчаников мощностью в 280 м. Севернее в большей части синеклизы средний девон, по-видимому, отсутствует.

Верхний девон в Урало-Пайхойской области начинается пашийскими слоями франского яруса. Пашийские слои представлены песчаниками и алевролитами с растительными остатками и прослоями известняков с фауной. Местами они выклиниваются. Вышележащие слои яруса сложены карбонатными породами с подчиненными прослоями терригенных. Встречаются битуминозные разности. Мощность франского яруса на Урале 300—500 м.

Фаменский ярус на Урале, Пай-Хое и в Предуральском прогибе сложен известняками и доломитизированными известняками с кремнями и алевроито-глинистыми прослоями. Мощность яруса не превышает 150—300 м.

В Печорской синеклизе и на Тимане отложения франского яруса отличаются от урало-пайхойских большим развитием терригенных пород. Так, в пашийских слоях исчезают прослои известняков, а в вышележащих горизонтах наряду с известняками получают распространение алевроито-глинистые породы и мергели. На Среднем и Северном Тимане и на п-ове Канин, где во всем разрезе верхнего девона преобладают терригенные породы, к низам яруса приурочены покровы долерито-базальтов и силлы диабазов. В области Юго-Восточного Тимана в нижнефранском подъярусе известны залежи нефти и газа, а в его верхах получает распространение фация доманика, представленная битуминозными известняками, мергелями и кремнистыми сланцами с богатой фауной планктонных и придонных организмов. Верхнефранский подъярус в Ухтинском районе сложен терригенно-карбонатными и гипсоносными отложениями. Наибольшая мощность франского яруса — около 1900 м — установлена в пределах Печора-Малоземельского вала в районе Печорской гряды, где располагалась сравнительно узкая зона интенсивного опускания дна девонского моря. Франские отложения Печорской гряды, представленные песчано-глинистыми и карбонатными породами, несут в себе признаки флишевых образований. К западу от Печора-Малоземельского вала мощность франского яруса быстро уменьшается, и в скважине «Усть-Цильма» едва превышает 100 м. Еще западнее его мощность снова увеличивается и на Тимане местами достигает 600—800 м.

К западу от Тимана франские отложения далеко не распространяются, и в большей части Мезенско-Вычегодской синеклизы, по-видимому, отсутствуют. На юге Коми АССР они были пересечены Кажимской опорной скважиной. Здесь отложения франского яруса залегают непосредственно под карбоном и представлены песчаниками пашийских слоев и глинисто-алевритовыми породами кыновских. Суммарная мощность яруса значительная — около 500 м.

Фаменский ярус к западу от Урала развит слабее, чем франский. Наибольшей мощности (1000—1200 м) он достигает в районе Печора-Малоземельского вала. В нижнем подъярусе преобладают алевроито-глинистые породы и мергели при подчиненном положении известняков, в верхнем — известняки и доломиты и в самых верхах появляются прослои гипсов. Западнее, между Печора-Малоземельским валом и Тиманом, фаменский ярус значительно уменьшается в мощности или выпадает из разреза.

На юго-восточном склоне Тимана фаменский ярус сложен известняками, доломитизированными известняками и мергелями ижемских слоев мощностью 150—300 м. По фауне они относятся к нижнему подъярису. На Северном Тимане нижнефаменский подъярус имеет мощность около 300 м. Он представлен чередующимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами, которым подчинены прослои известняков, конгломератов и углей небольшой мощности (покаямская свита). На Среднем Тимане и в Мезенско-Вычегодской синеклизе отложения фамена неизвестны.

Карбон. Отсутствие перерыва в осадконакоплении между девонскими и каменноугольными отложениями характерно для Урало-Пайхойской области, значительной части Предуральяского прогиба и некоторых районов запада Печорской синеклизы. На остальной территории нижние горизонты карбона выпадают из разреза.

Современные представления о стратиграфии и распространении каменноугольных отложений получены на основании работ В. П. Бархатовой (1959, 1964), В. А. Варсановьевой (1960, 1962), А. В. Дуркиной (1959), А. И. Елисеева (1963), В. С. Еномян (1961), В. А. Разницына (1959) и других авторов.

Нижний карбон Пай-Хоя и Полярного Урала начинается известняками с кремнями, принадлежащими турнейскому ярусу. Эти отложения мощностью от 100—150 до 250—300 м содержат мало фауны. Нижние горизонты турне здесь нередко относились к девону, верхние — во многих местах выпадают из разреза.

Верхняя часть нижнего карбона Пай-Хоя и Полярного Приуралья представлена органогенно-обломочными известняками среднего и верхнего визе и покрывающими их доломитизированными известняками протвинского горизонта. К западу от гряды Чернышева в нижнем карбоне получают развитие и эвапоритовые осадки (ангидриты). Мощность визейско-намюрских отложений 700—800 м.

Южнее, в пределах Печорского Урала и прилегающей части Предуральяского прогиба, турне начинается пачкой кремнистых известняков (мощность 100—115 м), которые еще южнее сменяются терригенно-карбонатными отложениями с фауной заволжского надгоризонта. Его мощность в районе Верхней Печоры 250—350 м. Малевский и упинский горизонты имеют здесь суммарную мощность 150—250 м. Они представлены известняками с кремнями и подчиненными терригенными прослоями. Нижние горизонты вышележащего чернышенского надгоризонта сложены глинистыми известковистыми сланцами с прослоями ожелезненных песчаников и известняков («алатауская фация»), а верхние — коралловыми и кремнистыми известняками. Мощность терригенной пачки 50—100 м, карбонатной — от 100 до 400 м. Карбонатная пачка по фауне сопоставляется с верхнетурнейскими кизеловскими и вишерскими известняками, однако не исключено, что ее верхи относятся уже к визе. К западу и юго-западу, т. е. ближе к береговой линии турнейского моря, карбонатные фации замещаются терригенными, и мощность отложений уменьшается. Местами к турне приурочены залежи газа (Джебол) и нефти (Савинобор).

Визейский ярус в Печорском Приуралье начинается толщей терригенных континентальных или лагунных отложений, содержащих прослои карбонатных пород, углистых алевролитов, иногда пестроцветов. Широко распространены сидеритовые конкреции, указывающие на мелководность бассейна. На некоторых площадях района Средней Печоры эти отложения содержат залежи газа (в Печоргородской структуре) или являются угленосными (Еджид-Кыртинское месторождение). Мощность терригенной пачки около 200 м. Условно она относится к яснопо-

лянскому надгоризонту, т. е. к среднему визе. Выше залегает толща органогенно-обломочных известняков с редкими прослоями глин и мергелей. По фауне она относится к верхнему визе. Вероятно, здесь развиты и намюрские отложения. Мощность нижнего карбона в Печорском Приуралье достигает 1300—1500 м.

В Лемвинской фациальной зоне, в пределах которой каменноугольные отложения представлены кремнисто-глинистыми сланцами с прослоями песчаников и известняков (воргашорская свита), нижний карбон не отделен от среднего.

Нижний карбон в Печорской синеклизе и на Тимане характеризуется невыдержанностью литологического состава и выпадением из разреза ряда горизонтов. На востоке, в районе Печорской гряды, разрез сходен с урало-пайхойским, но сокращен по мощности. Лихвинский надгоризонт сложен песчано-глинистыми отложениями с прослоями известняков, чернышинский — в нижних горизонтах представлен переслаивающимися глинами, известняками и песчаниками, а в верхних — известняками и доломитизированными известняками. Западнее, в центральных и восточных частях Печорской синеклизы, образования турнейского яруса выклиниваются.

Визейский ярус в районе Печора-Малоземельского вала (скважины «Мутный Материк», «Каменка») начинается с яснополянского надгоризонта, представленного известняками с прослоями мергелей и глин. В вышележащих отложениях, сложенных карбонатными породами, по фауне выделяются все горизонты нижнего отдела, вплоть до протвинского горизонта включительно. Общая мощность нижнего карбона Печора-Малоземельского вала не превышает 300 м.

В пределах Тимана турнейский ярус развит на его юго-восточном погружении. Он представлен песчано-глинистыми отложениями, которые в верхних горизонтах являются угленосными. В других местах отложения турне неизвестны, и нижний карбон начинается пачкой пестрых глин, алевролитов и песчаников, которым подчинены прослои известняков с микрофауной среднего визе и линзовидные тела каолиновых глин и бокситов. Мощность пачки непостоянна — от нескольких метров до нескольких десятков метров. Выше залегают известняки и доломиты окского и серпуховского надгоризонтов. Венчают разрез нижнего карбона доломиты и доломитизированные известняки протвинского горизонта. Распространение нижнекаменноугольных отложений прерывистое, мощности не превышают 80—120 м. По данным бурения, к западу от Тимана (в Мезенско-Вычегодской синеклизе) нижний карбон отсутствует.

Образования среднего и верхнего карбона в Урало-Пайхойской области и в Предуральском прогибе развиты незначительно. Средний карбон представлен известняками и доломитами башкирского и низов московского ярусов, а верхней или отсутствует (как в большей части Пай-Хоя и севера Предуральского прогиба), или представлен неполно. Сложен верхний карбон известняками. Мощности среднего карбона колеблются в пределах 50—150 м, а верхнего — от 0 на севере до 100 м и более в южных районах.

На востоке Печорской синеклизы, в районе Печора-Малоземельского вала и южнее, известны только маломощные отложения низов башкирского яруса, представленные известняками. Вышележащих горизонтов карбона там нет. Они получают развитие западнее, в центральных частях Печорской синеклизы и в ее притиманской части, где скважинами установлено присутствие отложений среднего и верхнего карбона, представленных известняками и доломитами.

На Тимане осадки среднего и верхнего отделов карбона распространены шире, чем нижнего. Средний карбон Южного Тимана и южной части Среднего Тимана имеет мощность от 120 до 290 м. Башкирский ярус (20—65 м) сложен доломитами и доломитизированными известняками; нижняя половина московского яруса (верейский и каширский горизонты) — известняками с прослоями глин и алевролитов; верхняя половина (подольский и мячковский горизонты) — известняками и доломитизированными известняками. К северу мощность среднего карбона уменьшается. Между реками Цильмой и Сулой он местами, по-видимому, выклинивается, а на р. Суле, где средний карбон снова появляется и прослеживается до побережья моря, его мощность не превышает 50 м. На западном склоне Северного Тимана мощность среднего карбона близка к 20 м. Средний карбон Северного Тимана представлен известняками и доломитизированными известняками башкирского и московского ярусов.

К юго-западу от Тимана башкирский ярус выпадает из разрезов, и осадки среднего отдела начинаются каширским горизонтом. В Яренской скважине каширские отложения представлены глинами и алевролитами, а в Кажимской — доломитами с включениями гипса и ангидрита. Верхние московского яруса (подольский и мячковский горизонты) в обеих скважинах сложены карбонатами. Мощность среднего карбона в Кажиме 134, а в Яренске 183 м.

Верхний карбон Тимана представлен известняками и доломитами, среди которых на Юго-Западном Тимане отмечаются прослои глин, ангидритов и гипсов. Мощность образований верхнего карбона колеблется в пределах 70—110 м на Южном Тимане и 70—150 м на Северном. Аналогичные мощности образований верхнего карбона платформы отмечаются к юго-западу от Тимана.

В Кажимской скважине мощность верхнего карбона составляет 100 м, а в Яренской — 162 м. Верхний карбон платформы в бассейне р. Вычегды сложен карбонатами, среди которых в скважинах Аныба и Яренска отмечены прослои ангидритов. Здесь могут быть обнаружены и пакки соленосных пород.

Верхнекаменноугольные отложения известны также на п-ове Канин, где они представлени изолированными выходами известняков, трансгрессивно залегающих непосредственно на древних метаморфизованных породах.

Пермь. Из всех палеозойских образований пермские отложения пользуются наибольшим распространением. В пределах описываемой территории их стратиграфия разрабатывалась в последние годы В. П. Бархатовой (1958, 1964), В. П. Горским (1960_{1,2}), М. В. Коноваловой и Р. П. Сливковой (1964), Е. М. Люткевичем (1957), И. С. Муравьевым (1961), А. В. Македоновым (1958), В. В. Погоревичем (1956_{1,2}), В. И. Устрицким (1960), Н. В. Шмелевым (1958) и др.

В Урало-Пайхойской области и в Предуральском прогибе пермские отложения представлены двумя типами разрезов: северным — терригенным и терригенно-угленосным, наиболее полно развитым в Печорском угольном бассейне, и южным — карбонатно-терригенным и карбонатно-галогенным, получившим распространение в южной части Предуральского прогиба.

Нижним членом разрезов северного типа является безугольная юньягинская серия, охарактеризованная морской фауной. В ее основании залегает пачка глинистых известняков и мергелей сезымской свиты (15—20 м). Выше следует толща аргиллитов, полимиктовых песчаников и алевролитов, расчлененная на три свиты: нижнюю — гусиную, среднюю — бельковскую и верхнюю — талатинскую. Возраст

сезымской свиты — сакмарский, возможно в самых низах — верхне-ассельский. Три вышележащие свиты относятся к артинскому ярусу. Мощность юньягинской серии изменяется от 900 до 1800 м.

По направлению к югу и юго-западу терригенные отложения юньягинской серии частично замещаются карбонатными. В Урало-Пайхойской области возможным аналогом юньягинской серии является флиш-оидная кечьпельская свита, развитая в Лемвинской фациальной зоне. Она образована переслаивающимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами с редкой фауной и растительным детритом.

Юньягинскую серию согласно перекрывает мощная угленосная воркутская серия. Последняя представляет собой толщу песчаников, алевролитов, аргиллитов, и углей и имеет ясно выраженное циклическое строение. Для нижней ее части характерно чередование прослоев, заключающих морскую фауну, с прослоями, охарактеризованными солоноватоводными или пресноводными формами. Верхняя часть серии содержит только пресноводную фауну. Воркутская серия делится на две свиты: нижнюю — лекворкутскую и верхнюю — интинскую. Первая из них относится к кунгурскому ярусу, вторая к уфимскому. Более подробная схема расчленения серии дана в разделе, посвященном гидрогеологии угольных месторождений.

Верхним членом пермской системы севера Предуральского прогиба является печорская серия. Она сложена песчаниками, алевролитами и аргиллитами с прослоями углей, гравелитов и конгломератов. Угли зольные и высокозольные, хотя довольно мощные (до 10—15 м и более). По флоре печорская серия относится к верхней перми и, по-видимому, включает в себе верхи уфимского, казанский и татарский ярусы. Мощность серии 1200—3200 м.

В южной части Предуральского прогиба (к югу от Печорской гряды) угленосность в пермских отложениях становится непромышленной, а еще южнее — исчезают и ее проявления. Происходит и изменение литологического состава отложений, заключающееся в сокращении терригенных фаций в нижнем отделе и в появлении красноцветов в верхнем.

Ассельский ярус представлен карбонатными породами, тесно связанными с верхнекаменноугольными. Мощность яруса не превышает нескольких десятков метров.

Сакмарский ярус также сложен карбонатными породами. Его мощность колеблется от 30—40 м на западе до 150 м и более на востоке. Возможно, что к сакмарскому ярусу относится и часть толщи известковистых песчаников в бассейнах рек Илыча и Шугора, которую прежние исследователи относили к артинскому ярусу.

Артинский ярус сложен карбонатными и терригенными породами с обильной фауной. На левобережье р. Печоры он представлен преимущественно известняками и имеет мощность не более 100—120 м. Восточнее, по правобережью р. Печоры, известняки замещаются известковистыми песчаниками с прослоями алевролитов, известняков и мелкогалечных конгломератов. Мощность яруса возрастает до 500—600 м. В зоне перехода карбонатных фаций в терригенные получают развитие водорослево-мшанковые рифы. Корни рифовых образований уходят в сакмарский ярус, а верхи продолжают в кунгуре. С породами артинского яруса связаны многочисленные нефтегазопоявления.

В кунгурском ярусе получают развитие породы лагунного происхождения, в том числе эвапоритовые осадки. В районе Средней Печоры основная масса пород кунгура представлена алевролитами с прослоями песчаников и песчанистых известняков, иногда с незначительными углепроявлениями. Низы яруса здесь литологически близки к артинским. Южнее состав пород яруса меняется и в нем получают развитие гипсы

и ангидриты. В районе Верхней Печоры (скважины с. Мамыль и др.) кунгурскому ярусу подчинены крупные залежи калийно-магниевого и каменных солей (Верхне-Печорский соленосный бассейн) и небольшие залежи нефти и газа. Мощность кунгурского яруса изменяется от 80—70 до 600—800 м. Большие колебания мощностей, вероятно, объясняются и ошибками в пределинии границ яруса в толщах осадков, бедных фауной.

Верхний отдел пермской системы в южной части Предуральского прогиба сложен лагунными и континентальными образованиями. Низы уфимского яруса в районе Средней Печоры представлены песчаниками с прослоями алевролитов, аргиллитов, известняков и гравелитов. Они содержат обедненную по составу морскую фауну, еще близкую к фауне кунгура. Выше следует мощная (более 1000 м) толща песчаников и алевролитов с прослоями конкреционных известняков и конгломератов. Условно она относится к нерасчлененным отложениям уфимского и казанского ярусов. Разрез системы заканчивается толщей песчаников, гравелитов и аргиллитов с остатками флоры и спорово-пыльцевыми комплексами, характерными для татарского яруса. Мощность верхнепермских отложений в районе Средней Печоры более 2000—2500 м. В западном направлении она уменьшается. На самом юге Предуральского прогиба и на юго-восточном погружении Тимана верхнепермские отложения разделены на четыре свиты, представленные терригенными породами. Три нижние свиты отнесены к уфимскому и казанскому ярусам, а верхняя — к татарскому ярусу (Иванов и др., 1959). Уменьшение мощностей здесь также идет с востока на запад.

В большей части Печорской синеклизы пермские отложения залегают под мезозоем, и их состав известен по данным бурения. Разрез нижнего отдела на юге синеклизы и в прилегающей части Юго-Восточного Тимана в общем аналогичен разрезу смежных участков Предуральского краевого прогиба, где карбонатные отложения ассельского и сакмарского ярусов постепенно сменяются терригенно-карбонатными артинского, а затем и хемогенно-карбонатными осадками кунгурского ярусов.

Севернее разрез менее выражен и сокращен по мощности. В районе Печора-Малоземельского вала нижний отдел, по-видимому, местами выпадает из разреза. Западнее Печора-Малоземельского вала и на восточном склоне Тимана повсеместно устанавливается присутствие известняков ассельского и сакмарского ярусов. Артинские и кунгурские отложения представлены доломитизированными известняками и доломитами с прослоями сульфатов и глин. Мощность нижнепермских отложений в центральных и восточных частях синеклизы 200—300 м. Верхнепермские отложения Печорской синеклизы и восточного склона Тимана представлены пестроцветными алевроито-глинистыми породами, которым подчинены прослойки песчаников, глинистых известняков и мергелей. Среди них выделяют свиты и толщи, относимые к уфимскому, казанскому и татарскому ярусам. Выделенные подразделения слабо обоснованы палеонтологически.

В области Западного Тимана и прилегающей части Мезенско-Вычегодской синеклизы разрез пермских отложений существенно отличается от восточнотиманского. Для нижнего отдела здесь характерно развитие доломитов, ангидритов и гипсов, содержащих прослойки глин. Известняки встречаются почти исключительно в нижних горизонтах, относимых к ассельскому и сакмарскому ярусам. Выше залегает практически немая толща доломитов, ангидритов и гипсов, известная под названием верхнекулойской свиты. Она включает в себя осадки от сакмарского до кунгурского яруса включительно. Общая мощность нижней перми в Мезенско-Вычегодской синеклизе 300—350 м.

В основании разреза верхней перми залегают глины и алевролиты уфимского яруса (80—150 м), связанные с породами верхнекулойской свиты зоной переслаивания глин и доломитов. Уфимские отложения трансгрессивно перекрываются породами казанского яруса. Его нижняя часть (чевьюские слои) сложена известковистыми песчаниками, аргиллитами и алевролитами, хорошо охарактеризованными фауной, а верхняя (весляньские слои) — известково-мергелистыми породами. Мощность казанских отложений 100—130 м.

Переход от казанских отложений к татарским постепенный. В бассейне р. Выми нижняя часть татарского яруса представлена пачкой мергелей с прослоями песчаников, алевролитов и известняков с фауной пресноводных остракод и пелеципод. К западу и юго-западу эта пачка замещается песчаниками нижеустьинских слоев и покрывающими их известняками и мергелями сухонских слоев. Верхи татарского яруса сложены глинами с линзами песчаников, принадлежащим северодвинским слоям. Общая мощность татарского яруса 300—400 м.

На п-ове Канин разрез пермских отложений начинается известковистыми песчаниками (20 м), в которых совместно с артинскими ихтиодорулитами и гониатитами содержится большое количество брахиопод, широко распространенных в кунгурском ярусе. Непосредственно выше залегают мергели, песчанистые известняки и известковистые песчаники (70 м) с морской фауной. Пелециподы принадлежат к видам, распространенным в кунгурском и казанском ярусах, а среди брахиопод явно преобладают роды и виды, характерные для кунгура и более древних отложений.

Толщу с морской фауной перекрывает карбонатно-терригенная пачка (мощностью около 70 м) с углистыми прослоями и с остракодами, не уточняющими возраст отложений. Еще выше лежит пачка немых известковистых алевролитов и доломитизированных мергелей (96 м) и толща конгломератовидных и оолитовых известняков и мергелей (145 м). Состав пыльцы и спор из толщи конгломератовидных известняков и мергелей указывает на ее татарский возраст, хотя в отложениях много пыльцы, характерной и для казанского яруса. Разрез венчают глинистые пески, имеющие небольшую видимую мощность. Они условно относятся к триасу.

Описываемый разрез составлен по обнажениям, расположенным севернее Шойненского Лудоватого хребта, т. е. внутри полосы Канино-Тиманских дислокаций, а не западнее ее. Он не похож на разрезы перми западного типа, характеризующиеся четким трехъярусным делением верхнего отдела. Канинский разрез больше тяготеет к восточно-тиманским и печорским разрезам, в которых морская фауна не поднимается выше кунгурского яруса или нижних горизонтов уфимского. Поэтому мнение о казанском возрасте большей части морской терригенно-карбонатной толщи перми Канинского разреза вряд ли является правильным. Низы слоев с морской фауной следует относить к верхам артинского яруса и к кунгурскому, что в большей мере отвечает составу заключенных в них окаменелостей. К верхнему отделу можно отнести только породы средней и верхней частей описываемого разреза, не содержащих морских форм. Для выделения в этой толще ярусов пока нет достаточных оснований.

Мезозой

Мезозойские отложения в пределах рассматриваемой территории имеют широкое распространение и представлены образованиями всех трех систем. Они развиты в Мезенско-Вычегодской и Печорской синеклизах и в Предуральском прогибе. В Канино-Тиманской и Урало-Пай

хойской областях образования мезозоя отсутствуют или развиты на ограниченных участках в краевых частях.

Для составления разделов, посвященных мезозойским отложениям, использованы работы В. П. Абрамова и Г. И. Дембской (1961), В. П. Абрамова (1960, 1964), В. И. Бодылевского (1963), В. П. Василенко и А. Д. Миклухо-Маклая (1964), В. П. Горского (1960₁, 1960₃), Ф. И. Енцовой (1960, 1962, 1964), А. И. Зоричевой (1963), В. С. Ищенко (1962), А. А. Малахова (1940), Н. А. Пахтусовой (1962_{1,2}), Г. М. Фирера и Г. В. Чернявского (1964), Л. Л. Хайцера (1962_{1,2}), И. Е. Худяева (1927, 1936), В. И. Чалышева (1961), К. К. Воллосовича, И. З. Калантар, В. С. Кравец, И. С. Муравьева, О. А. Солнцева, Р. П. Сливковой и ряда других геологов. Сопоставление основных разрезов мезозойских отложений дано на рис. 6 и 7.

Триас. Триасовая система представлена всеми тремя отделами. Средний отдел палеонтологически недостаточно обоснован. Но поскольку во всех пунктах, где триас вскрыт полностью, перерыва между осадками нижнего и верхнего отделов не наблюдается, можно полагать, что в разрезе имеются образования и среднего отдела. Отложения триаса залегают на размытой поверхности верхней перми, редко на отложениях нижней перми, карбона и девона.

В Мезенско-Вычегодской синеклизе отложения триаса развиты весьма широко. Они почти сплошь покрывают отложения перми, которые выступают из-под образований триаса только в краевых частях синеклизы. Наиболее изученной частью синеклизы является Сысольско-Вычегодская впадина, где пробурено большое число скважин.

В Мезенско-Вычегодской синеклизе развиты только отложения нижнего триаса, представленного ветлужской серией. В ее основании лежит прослой базального конгломерата мощностью 0,2—1,2 м, сложенного галькой и гравием разноокатанных аргиллитов, мергелей, роговиков, кварцитов и др. Ветлужская серия разделяется на две толщи: нижнюю и верхнюю.

Нижняя толща сложена песками и слаболитифицированными песчаниками с прослоями глин и конгломератов, сходных по составу с лежащими в основании разреза. Пески, часто глинистые и слабослюдистые, местами содержат значительное количество гальки. Вскрытая скважинами мощность толщи составляет 60—80 м. Верхняя толща представлена плотными глинами с редкими прослоями и линзами песка и алевролита. Мощность ее 54—60 м.

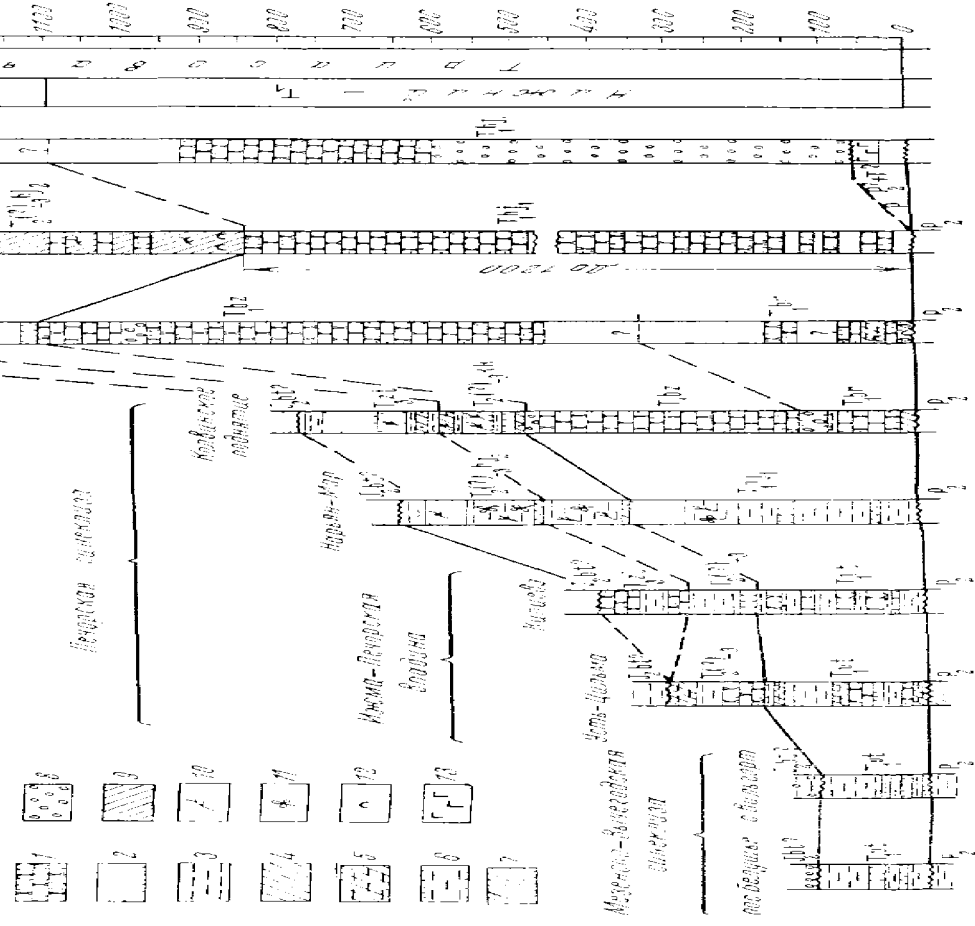
Нижнетриасовый возраст отложений определяется по находкам филлопод, остракод и костей лабиринтодонт. Общая мощность ветлужской серии колеблется от десятков до 156 м. Колебание мощности обусловлено не только послетриасовым размывом, но, вероятно, в значительной мере и дотриасовым рельефом. Максимальная мощность ветлужской серии в Мезенско-Вычегодской синеклизе, по-видимому, не превышает 200 м.

В Печорской синеклизе триасовые отложения также развиты широко, но почти на всей площади они перекрыты образованиями юры и мела и мощным чехлом четвертичных отложений. Редкие выходы триаса на дневную поверхность имеются в пограничных с Тиманом и Предуральским краевым прогибом районах.

На западе и юго-западе Печорской синеклизы, в Ижма-Печорской впадине, триасовые отложения разделяются на ветлужскую серию, пестроцветную толщу и залазнинскую (нарьянмарскую) свиту. Ветлужская серия залегают на размытой поверхности верхнепермских образований, а в районе Седухинского поднятия — на отложениях нижней перми (артинского яруса). Серия представлена чередующимися про-

Рис. 6. Сопоставление опорных разрезов отложений триасовой системы Северо-Востока Германской части СССР (составили В. П. Абрамов и Ф. И. Епифан)

1 — песчанки, 2 — глина, 3 — глина, 4 — асфальт, 5 — переслаивание асфальта с глинами, 6 — переслаивание песка с глинами, 7 — мерзлы, 8 — конгломерат и галька, 9 — переслаивание зрелых и зрелых, 10 — растительный детрит, 11 — отдельные растительные остатки, 12 — флюиды, 13 — эффузивы



ПЕРЕСЕЧЕНИЯ СИНКЛИОЛ

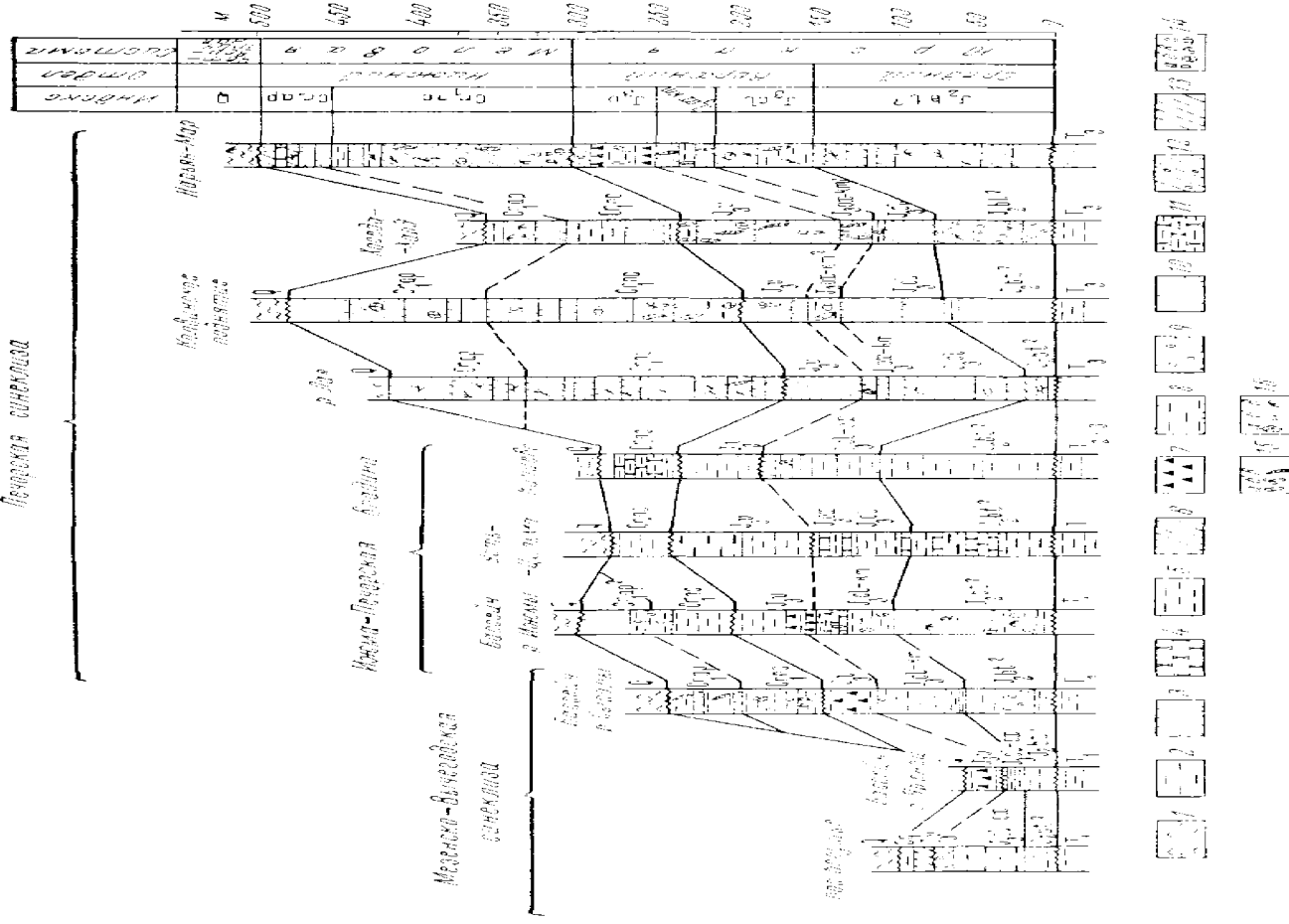


Рис. 7. Сопоставление открытых разрезов архей и мезозойских архей Северо-Востока Гренландской части СССР (составил В. П. Абрамов)

1 - сланцы аллювиальные, 2 - сланцы аллювиальные, 3 - сланцы, 4 - сланцы, 5 - сланцы, 6 - сланцы, 7 - сланцы, 8 - сланцы, 9 - сланцы, 10 - сланцы, 11 - сланцы, 12 - сланцы, 13 - сланцы, 14 - сланцы, 15 - сланцы, 16 - сланцы, 17 - сланцы, 18 - сланцы, 19 - сланцы, 20 - сланцы, 21 - сланцы, 22 - сланцы, 23 - сланцы, 24 - сланцы, 25 - сланцы, 26 - сланцы, 27 - сланцы, 28 - сланцы, 29 - сланцы, 30 - сланцы, 31 - сланцы, 32 - сланцы, 33 - сланцы, 34 - сланцы, 35 - сланцы, 36 - сланцы, 37 - сланцы, 38 - сланцы, 39 - сланцы, 40 - сланцы, 41 - сланцы, 42 - сланцы, 43 - сланцы, 44 - сланцы, 45 - сланцы, 46 - сланцы, 47 - сланцы, 48 - сланцы, 49 - сланцы, 50 - сланцы, 51 - сланцы, 52 - сланцы, 53 - сланцы, 54 - сланцы, 55 - сланцы, 56 - сланцы, 57 - сланцы, 58 - сланцы, 59 - сланцы, 60 - сланцы, 61 - сланцы, 62 - сланцы, 63 - сланцы, 64 - сланцы, 65 - сланцы, 66 - сланцы, 67 - сланцы, 68 - сланцы, 69 - сланцы, 70 - сланцы, 71 - сланцы, 72 - сланцы, 73 - сланцы, 74 - сланцы, 75 - сланцы, 76 - сланцы, 77 - сланцы, 78 - сланцы, 79 - сланцы, 80 - сланцы, 81 - сланцы, 82 - сланцы, 83 - сланцы, 84 - сланцы, 85 - сланцы, 86 - сланцы, 87 - сланцы, 88 - сланцы, 89 - сланцы, 90 - сланцы, 91 - сланцы, 92 - сланцы, 93 - сланцы, 94 - сланцы, 95 - сланцы, 96 - сланцы, 97 - сланцы, 98 - сланцы, 99 - сланцы, 100 - сланцы.

слоями глин, песчаников, алевролитов, гравелитов и конгломератов. Глины плотные, местами слегка известковистые, в некоторых районах содержат редкую фауну филлопод. Песчаники, пески и алевролиты обычно рыхлые; редко встречаются прослои крепких песчаников и конгломератов, имеющих карбонатный цемент. В основании ветлужской серии лежит слой песчаника, в некоторых районах переходящего в гравелит и конгломерат, состоящий из гальки кварцитов, кремней, глин, известняков и песчаников. При сравнении Усть-Цилемского и Кипиевского разрезов ветлужской серии отмечается увеличение песчанистости с запада на восток. Вскрытая мощность ветлужской серии в скважинах достигает 230 м. Максимальная мощность, вероятно, не превышает 300 м.

Пестроцветную толщу слагают пестроокрашенные глины. Участками они неравномерно алевроитистые, участками — тонкоотмученные, плотные, с редкой плохо сохранившейся флорой и филлоподами. Встречающиеся в глинах прослои песчаников и алевролитов обычно мелкозернистые, плохо отсортированные, местами содержат гальку глин. Мощность толщи достигает 120 м, ее возраст по положению в разрезе условно определяется как средне (?) -верхнетриасовый. Возможно, что самая нижняя часть толщи имеет нижнетриасовый возраст.

Залазнинская* свита (сероцветная толща) представлена песчаниками, алевролитами и глинами. Нижняя часть свиты мощностью примерно 40 м сложена песчаниками с прослоями глин. Песчаники неравномернозернистые, известковистые, глинистые. Верхнюю часть свиты мощностью до 80 м слагают глины и алевролиты, чередующиеся между собой в разрезе и переходящие друг в друга по площади. В толще содержатся железисто-карбонатные конкреции, флора и пресноводные пелециподы. По флоре, определенной М. Ф. Нейбург, возраст свиты устанавливается как верхнетриасовый.

На севере и северо-востоке синеклизы триасовые отложения представлены хейягинской серией, разделяющейся на две подсерии: нижнехейягинскую и верхнехейягинскую. В низовьях р. Колвы (район Колвинского поднятия) нижнехейягинская подсерия, вскрытая несколькими скважинами, разделяется на березовскую и бызовскую, а верхнехейягинская — на краснокаменскую и залазнинскую свиты.

Нижнехейягинская подсерия на Колвинском поднятии представлена полимиктовыми, преимущественно слаболитифицированными песчаниками с прослоями алевролитов и глин. В районе Нарьян-Мара подсерия сложена в основном глинами. Глины плотные, в различной степени алевроитистые, содержат пачки мелко- и среднезернистых песчаников, обычно глинистых, мощностью до 3 м и в единичных случаях до 13 м. На некоторых участках верхняя часть подсерии мощностью до 60 м сложена мелкозернистыми уплотненными песками. Мощность нижнехейягинской подсерии на Колвинском поднятии и в районе г. Нарьян-Мара достигает соответственно 480—500 и 350—370 м. Возраст подсерии по филлоподам и спорово-пыльцевым комплексам, а также на основании литологического сходства с нижнехейягинской подсерией Печорского угольного бассейна устанавливается как нижнетриасовый.

Нижняя часть верхнехейягинской подсерии (краснокаменная свита) на Колвинском поднятии представлена переслаивающимися песками и песчаниками, алевролитами и глинами, в которых содержится флора, единичные пресноводные пелециподы и железисто-карбонатные конкреции. Верхняя часть подсерии (залазнинская свита) сложена

* В настоящее время отложения, отвечающие залазнинской свите, в Печорской синеклизе выделяются под названием нарьянмарской свиты, а в Большесынинской впадине — под названием большесынинской свиты.

песками, песчаниками, алевролитами и глинами, содержащими прослой углистых глин и верхнетриасовую флору.

В районе г. Нарьян-Мара нижняя часть подсерии сложена глинами с редкими прослоями мелкозернистых песчаников и алевролитов. Верхнюю часть слагают глины, песчаники и алевролиты с верхнетриасовой флорой, редкими прослоями угля и углистой глины. Мощность верхнехейягинской подсерии достигает, 400—420 м. По спорово-пыльцевым комплексам ее возраст устанавливается как средние(?)—верхнетриасовый.

В Предуральском прогибе триасовые отложения развиты преимущественно в его северной части. На юге прогиба они известны только в районе низовьев рек Вуктыла и Подчерема и прилегающего отрезка р. Печоры. Триасовые образования представлены здесь осадками нижнего отдела, относимыми к бызовской и березовской свитам. Березовскую свиту слагает толща песчаников, переслаивающихся с аргиллитами и алевролитами (мощность 150—200 м), а вышележащую бызовскую — песчаники видимой мощностью 50 м.

В северной части прогиба триасовые отложения также представлены хейягинской серией. Наиболее полный разрез наблюдается в бассейне р. Бол. Сыни (в Большесынинской впадине) и на севере — в Коротаихинской мегасинклинали. В Косью-Роговской впадине и на гряде Чернышева триас представлен преимущественно нижней частью хейягинской серии, сложенной глинами, переслаивающимися с песчаниками.

В Большесынинской впадине в основании триасовых отложений лежит слой конгломерата мощностью до 5, реже 10 м. Нижняя часть нижнехейягинской подсерии (березовская свита) сложена песчаниками, алевролитами и глинами. В низах разреза имеется 2—3 прослоя глин, в которых содержатся редкие филоподы, споры и пыльца.

Верхняя часть подсерии (бызовская свита) сложена в основном косослоистыми песчаниками. Песчаники содержат тонкие (1—5 см) прослой, обогащенные магнетитом и гематитом. В верхах разреза имеются прослой конгломератов, глин и алевролитов. Мощность подсерии достигает 1050—1100 м. Ее нижнетриасовый возраст устанавливается по филоподам и спорово-пыльцевым комплексам.

Верхнехейягинская подсерия по литологическим признакам делится на две свиты: нижнюю — краснокаменскую и верхнюю — залазнинскую. Краснокаменная свита сложена зеленовато-серыми песчаниками, серыми пестроокрашенными алевролитами и глинами. Залазнинская свита представлена серыми песчаниками, алевролитами и глинами, содержащими прослой и линзы (мощностью до 0,1—0,2 м) углистых глин и углей.

Нижняя часть краснокаменной свиты не содержит органических остатков и, возможно, относится к среднему триасу. Верхняя часть краснокаменной свиты и залазнинская свита по флоре, остаткам рыб и пелециподам относится к верхнему триасу. Мощность подсерии составляет 500—550 м, а в наиболее полных разрезах достигается 640—700 м.

В Косью-Роговской впадине триасовые отложения развиты в ее западных частях, а на гряде Чернышева они сохранились небольшими пятнами в синклиналиях. К югу от р. Усы в основании триасовых отложений, так же как и в бассейне р. Бол. Сыни, лежит прослой конгломерата, состоящий из гальки изверженных, кварцевых и кремнисто-глинистых пород, а к северу от нее — один или несколько покровов базальтов. Триасовые отложения в Косью-Роговской впадине относятся к нижней части хейягинской серии (лестаншорской свите). На севере гряды Чернышева (в Тальбейской синклинали), кроме того,

развита и верхнехейягинская подсерия (нядейтинская свита), представленная нижними горизонтами толщи.

В Коротайхинской впадине наиболее полные разрезы хейягинской серии вскрыты на юго-западном склоне Пай-Хоя, на реках Хей-Яге и Силовой. Разрез нижнехейягинской подсерии (лестаншорской свиты) в районе р. Хей-Яги представлен в основном песчаниками с прослоями алевролитов и глин. В основании серии лежит слой конгломерата мощностью до 2 м. В более восточных районах, на р. Силове, нижнюю часть разреза нижнехейягинской подсерии составляют преимущественно конгломераты, а верхнюю — песчаники. Конгломераты состоят в основном из гальки кварцитовидных песчаников, кремнистых сланцев и изверженных пород. Верхняя часть подсерии сложена песчаниками с редкими прослоями конгломератов, аргиллитов и алевролитов. В основании подсерии лежат два покрова базальтов мощностью до 10 и 20 м, разделенные толщей песчаников и конгломератов мощностью 40—50 м. Нижний горизонт местами нацело размыт. Размыв наблюдается и в кровле верхнего покрова. В Коротайхинской синклинали мощность подсерии достигает 1200 м. Возраст надбазальтовой части нижнехейягинской подсерии по спорово-пыльцевым комплексам и филлоподам нижнетриасовый, а возраст толщи с базальтами недостаточно ясен. Содержащиеся в ней филлоподы пока известны только из верхнепермских отложений, но сделанные находки единичны и не могут надежно определять возраст образований.

Верхнехейягинская подсерия (нядейтинская свита) на юго-западном склоне Пай-Хоя сложена песчаниками, алевролитами и аргиллитами. В разрезе отсутствуют конгломераты и яркоокрашенные аргиллиты и алевролиты. По растительным остаткам возраст подсерии определяется как верхнетриасовый. Мощность ее около 1000 м.

Юра. Отложения представлены осадками среднего и верхнего отделов, развитых в Мезенско-Вычегодской и Печорской синеклизах.

В Мезенско-Вычегодской синеклизе наиболее полные разрезы юры вскрыты скважинами в бассейне р. Сысолы. В других районах они сокращены по мощности или отмечены в неполном объеме.

Среднеюрские отложения представлены кварцевыми слюдистыми песками с прослоями алевролитистой глины; они содержат растительные остатки и конкреции пирита. Мощность образований колеблется от 10—20 до 40—60 м. Их возраст на основании спорово-пыльцевых комплексов и непосредственного залегания под фаунистически охарактеризованным келловеем устанавливается как среднеюрский, условно батский. Некоторые геологи склонны считать эти отложения нижекелловейскими. Верхняя юра представлена келловейским, оксфордским, кимериджским и волжским* ярусами. В бассейне рек Сулы и Мезенской Пижмы установлены только отложения келловея.

Келловейский ярус сложен глинами, иногда известковистыми, с прослоями глинистых мергелей, песков и песчаников. Песчаники разнотернистые, местами грубозернистые. Пески среднетернистые, слюдистые. В келловейских отложениях содержатся конкреции пирита и сидерита, обуглившиеся и пиритизированные растительные остатки, редкие желваки фосфоритов. Мощность отложений от 4 до 33 м.

Оксфордские и кимериджские отложения представлены глинами и алевролитами. Глины участками сланцеватые, с прослоями мергелей. В некоторых районах часть разреза сложена алевролитами с гравием. В глинах и алевролитах содержатся пиритовые, сидеритовые и фосфоритовые конкреции. Мощность отложений от 2 до 8 м.

* Волжский ярус во всех рассматриваемых районах установлен пока только в составе нижнего и среднего подъярусов.

Волжский ярус сложен алевритистыми и песчанистыми глинами. В бассейнах рек Яренги и Сысолы волжским отложениям подчинены пласты и пропластки горючих сланцев и битуминозных глин. В некоторых разрезах в основании толщи имеется прослой конгломерата, содержащий большое количество желваков фосфорита. Максимальная мощность отложений достигает 26 м.

В Печорской синеклизе выходы юрских отложений наблюдаются в бассейнах рек Ижмы, Цильмы и ее левого притока р. Тобыш, а также на западном склоне гряды Чернышева, в бассейне р. Адзвы. Скважинами юрские отложения вскрыты в районе г. Нарьян-Мара, на Колвинском поднятии, в районе поселков Хоседа-Хард, Усть-Цильма, Кипиево и в других местах.

Среднеюрские отложения представлены толщей чередующихся кварцево-слюдистых песков, алевритов и глин. На долю песков приходится до 65% мощности толщи. Алевриты и глины обычно приурочены к верхней и средней частям толщи. В песках местами встречается галька песчаников, кварцитов, известняков, аргиллитов, реже кремней. В некоторых разрезах имеются прослои углистых глин и бурого глинистого угля. Мощность отложений колеблется от 0 до 128 м. Среднеюрский, условно батский, возраст установлен по спорово-пыльцевым комплексам.

Верхнеюрские отложения в составе келловейского, оксфордского, кимериджского и волжского ярусов распространены на значительной части Печорской синеклизы. Отложения кимериджского яруса, обычно маломощные и часто в разрезе вообще отсутствующие, рассматриваются совместно с оксфордскими.

Келловейский ярус сложен слюдистыми глинами, алевритами и песками, которые в некоторых разрезах содержат прослои крепких известковистых полимиктовых песчаников. В породах содержатся пиритовые, реже сидеритовые и известковистые конкреции. Мощность отложений от 20 до 83 м.

Оксфордские и кимериджские отложения представлены алевритами и глинами с глауконитом. В районах Нарьян-Мара, Хоседа-Харда и Колвинского поднятия основная часть разреза сложена разнозернистыми песками, содержащими глауконит, железисто-хлоритовые оолиты и редкую, обычно мелкую кремневую и кварцевую гальку. Встречаются прослои мощностью до 1,6 м глинистого окремненного известняка. В районе г. Нарьян-Мара в некоторых скважинах верхнюю часть разреза слагают сланцеватые глины с тонкими прослоями горючих сланцев. Мощность отложений от 0 до 8—12, редко до 25—35 м.

Волжский ярус сложен алевритистыми и слюдистыми глинами, часто переходящими в глинистый алеврит. В низах яруса глины обычно битуминозные с прослоями мергелистых глин и алевритов. В районе г. Нарьян-Мара и в бассейне р. Ижмы они содержат от 6 до 11 пластов и пропластков горючих сланцев. Мощность нижнего волжского яруса от 0 до 90 м.

Общая мощность верхнеюрских отложений в отдельных разрезах колеблется от 0 до 170 м, а в сводных — достигает 230 м.

Мел. Нижнемеловые отложения развиты в Мезенско-Вычегодской и Печорской синеклизах, но на более ограниченных площадях, чем юрские. Верхнемеловые отложения известны только в северной части Предуральяского прогиба.

В Мезенско-Вычегодской синеклизе отложения нижнего мела известны в бассейне р. Сысолы и в низовьях р. Пеши у пос. Белушье. Они залегают на размытой поверхности волжского яруса и не

исключено, что в некоторых случаях — на более древних породах. В скважине у пос. Белушье меловые отложения представлены глинистыми алевритами с редкой галькой кремней и фауной пелеципод плохой сохранности. Мощность отложений здесь не превышает 10 м.

В бассейне р. Сысолы меловая система представлена породами валанжинского, готеривского, барремского и аптского ярусов. Валанжинский, готеривский и барремский ярусы сложены плотными песчанистыми и сланцеватыми глинами с конкрециями сидеритов и фосфоритов. В основании разреза лежит конгломерат, состоящий из конкреций и галек фосфоритов. Мощность всей толщи до 42 м. Аптский ярус, развитый только на крайнем юге, сложен вязкой, местами алевритистой глиной мощностью до 54 м. Общая мощность нижнемеловых отложений достигает 97 м.

В Печорской синеклизе отложения нижнего мела отчетливо разделяются на две толщи: нижнюю — морскую, в объеме валанжинского, готеривского, барремского и, возможно, незначительной части аптского яруса, и верхнюю — континентальную, в объеме аптского яруса.

Толща морских отложений представлена алевритами, песками (в различных количествах, содержащих глауконит) и глинами. Глины слюдистые, в некоторых разрезах с конкрециями и линзовидными прослоями песчаников и кристаллами гипса. В основании толщи наблюдаются разнозернистые глауконитовые пески мощностью 0,3—5,8 м с мелкой галькой кремней и кварца. В толще содержатся обуглившиеся растительные остатки и фосфоритовые и железисто-карбонатные конкреции. Мощность толщи колеблется от 0 до 165 м.

Континентальная толща сложена слаболитифицированными песчано-глинистыми породами с прослоями крепких известковистых песчаников. В некоторых разрезах наблюдаются линзочки бурого угля мощностью до 5 см. Установленная мощность отложений достигает 110 м. Возраст отложений по спорово-пыльцевым комплексам определен как аптский.

Верхнемеловые отложения в Предуральском прогибе распространены в восточной части Косью-Роговской впадины. По фауне они относятся к коньякскому и сантонскому ярусам.

Коньякский ярус представлен песчаниками, алевролитами, сланцеватыми глинами и конгломератами. Песчаники и алевролиты мелкозернистые, кварц-глауконитовые, плотные, реже рыхлые. Конгломераты состоят из хорошо окатанной гальки кремнистых сланцев, кварца, реже пермских песчаников, сцементированных темно-серой глиной. Мощность яруса достигает 60 м.

Сантонский ярус сложен переслаивающимися глауконитовыми и опоковидными песчаниками и алевролитами. Песчаники и алевриты участками содержат редкую гальку черных и белых кремней. По простиранию и разрезу песчаники часто переходят в известково-песчанистые и глинистые опоки, которые содержат редкие зерна глауконита. Общая мощность сантона составляет 80—90 м. Над фаунистически охарактеризованными сантонскими отложениями развита толща кварц-глауконитовых песчаников без фауны. Ее видимая мощность 30 м.

Максимальная мощность верхнемеловых отложений, вскрытых скважинами, достигает 227 м.

Кайнозой

Неоген. На северо-восточном склоне Пай-Хоя, в районах нижнего течения рек Кары, Сопча-Ю и Саа-яха, известно несколько выходов туфобрекчий, залегающих горизонтально на размытой поверхности

сантона и перекрытых четвертичными отложениями. В составе брекчий много обломков верхнемеловых пород. В этом же районе (р. Анорог-яха) описан поток андезито-базальтовой лавы мощностью до 12—15 м. Возраст туфобрекчий и лавы недостаточно ясен. Условно эти породы относятся к неогену, хотя для них нельзя исключить и палеогеновый возраст. В других местах описываемой территории отложения, которые, вероятно, имеют верхненеогеновый возраст, пока не могут быть отделены от четвертичных и в дальнейшем изложении рассматриваются совместно с ними.

Четвертичные и неразделенные неоген-четвертичные отложения.

Эти отложения представлены морскими, ледниково-морскими, ледниковыми, водно-ледниковыми, озерными, аллювиальными, болотными и различными покровными образованиями. На большей части территории они залегают сплошным покровом значительной мощности. Только в горной части Урала и на возвышенностях Тимана и Канина покров кайнозойских отложений отсутствует или имеет небольшую мощность. Здесь получают широкое развитие элювиально-делювиальные россыли коренных пород (рис. 8).

Стратиграфия кайнозоя плохо разработана, и схемы разных авторов часто несопоставимы. Значительные расхождения существуют в понимании генезиса толщ валунных песков и суглинков, которые одни исследователи рассматривают как отложения континентальных оледенений, а другие относят к морским и ледниково-морским образованиям. Первая точка зрения отстаивается в работах И. И. Краснова (1947), Г. А. Чернова (1947), С. А. Яковлева (1956) и ряда геологов, проводивших картирование четвертичных отложений, а вторая — в статьях А. И. Попова (1963), Б. Л. Афанасьева, И. Д. Данилова (1963) и других авторов, занимавшихся тематическими исследованиями. Хотя вопросы генезиса осадков продолжают оставаться дискуссионными, исследования последних лет показали, что распространение морских и ледниково-морских отложений на рассматриваемой территории значительно более широкое, чем предполагалось ранее.

Нижние горизонты кайнозойской толщи рассматриваются как неразделенные неоген-четвертичные образования. Вышележащие породы отнесены к среднечетвертичным, верхнечетвертичным и современным отложениям.

Неразделенные отложения неогеновой и четвертичной систем представлены морскими и континентальными образованиями. В большинстве мест своего развития они залегают ниже поверхности, вскрытой эрозией рек.

Морские неоген-четвертичные отложения ($mN-Q_1$) наиболее полно развиты на севере. В Большеземельской тундре они выделены в колвинскую толщу, залегающую трансгрессивно на размытой поверхности меловых или более древних пород.

В основании колвинской толщи залегают базальные слои трансгрессии — пески или супеси, реже суглинки с галькой и валунами преимущественно местных пород. Выше следуют суглинки и супеси с прослоями и линзами песков или грубых песчанистых суглинков с галькой. В целом нижняя и средняя части колвинской толщи имеют преимущественно алевритовый и песчано-алевритовый состав и содержат редкие включения гальки и валунов. Выше сортировка материала ухудшается, а количество гальки и валунов несколько увеличивается; появляются мореноподобные прослои. По всему разрезу толщи отмечаются прослои и крупные линзовидные тела песков, слаболитифицированные конкреционные образования, спорадически встречающийся растительный детрит, иногда мелкие вкрапления вивианита. Остатки

фауны распределены неравномерно и чаще всего приурочены к слоистым суглинкам и супесям средней и верхней частей толщи; в прослоях мореноподобных суглинков находки целых раковин редки. Фауна относительно глубоководная. Образцы глинистых пород, анализировавшиеся по методу Г. Л. Стадникова (1957), дают указание на формирование отложений в условиях морского или незначительно опресненного морского бассейна.

Колвинские отложения широко распространены между предгорьями Полярного Урала и Северным Тиманом; западнее Тимана они были вскрыты скважиной в устье р. Пеши. К югу от Большеземельской тундры осадки, сходные с породами колвинской толщи, вскрыты бурением в понижениях рельефа коренных пород. Они более песчанистые и бедны фауной, так как представлены осадками фаций опресненных водоемов. Мощность колвинской толщи в Большеземельской тундре достигает 100—150 м. В других местах ее мощность не превышает 40—60 м.

Возраст толщи недостаточно ясен. Содержащаяся в ней фауна и флора представлена видами, известными с плиоцена и более древних отложений. Большинство форм продолжает жить и в настоящее время. Учитывая стратиграфическое положение и значительную мощность толщи, можно считать, что ее нижняя и средняя части относятся к неогену, а верхняя — к нижнему или частично среднему плейстоцену.

Континентальными аналогами колвинской толщи являются древнеаллювиальные и озерно-аллювиальные пески и галечники погребенных долин, обычно тесно связанные с песчано-глинистыми образованиями лихвинского горизонта. Они развиты в Приуралье и на юге описываемой территории — в бассейне р. Вычегды и верхнего течения р. Печоры, где индексируются знаком более широкого возрастного диапазона (N—Q_{II}).

Среднечетвертичные отложения. Среди них выделены осадки, относимые к лихвинскому, днепровскому, одинцовскому и московскому горизонтам. Три последних на значительной части территории (см. рис. 8) показаны объединенными с индексом нерасчлененных отложений среднего отдела.

Лихвинский горизонт на севере представлен морскими отложениями. В Большеземельской тундре к нему условно отнесена падимейская толща, сложенная песками с гравием и галькой, реже суглинками и супесями.

Падимейская толща залегает непосредственно на колвинской. В отличие от относительно глубоководной фауны колвинской толщи фауна в падимейской толще более мелководная и содержит ряд форм, указывающих на то, что температурный режим бассейна был более мягким, чем современный режим Баренцева моря. Слои с морской фауной местами замещаются лагунно-дельтовыми отложениями, представленными песками и супесями с линзами аллохтонного торфа.

Породы падимейской толщи обычно описывались как отложения северной трансгрессии, которую одни исследователи связывали со временем одинцовского межледникового, а другие — со временем лихвинского. Бурением установлено, что более правильной является вторая точка зрения. Мощность падимейской толщи колеблется в широких пределах (10—40 м). Синхроничные ей морские отложения развиты на территории Малоземельской и Канинской тундр, где они раньше относились некоторыми исследователями к осадкам верхнечетвертичной бореальной трансгрессии.

На юге рассматриваемой территории лихвинский горизонт представлен озерными и аллювиальными песками и галечниками, реже

суглинками. Породы этого горизонта тесно связаны с подстилающими их более древними нижнечетвертичными и неогеновыми (?) песчано-гравийными образованиями. Они вскрыты многочисленными скважинами в долинах Бычегды и Печоры и обычно являются водоносными.

Днепровский горизонт ($glQ_{пдн}$) пользуется распространением в южной половине территории Коми АССР. Он представлен плотными суглинками с галькой и мелкими валунами и имеет мощность до 30—40 м и более. В суглинках встречаются линзы и прослои песков небольшой мощности. Большинство исследователей валунные суглинки днепровского горизонта рассматриваются в качестве морены покровного оледенения, распространявшегося с Новой Земли (так называемая «средняя новоземельская морена» С. А. Яковлева). Следует отметить, что наличие в этом горизонте валунов с Новой Земли некоторыми исследователями ставится под сомнение, так как аналогичные породы известны теперь и на Урале. На основании находок в «новоземельской морене» остатков морских диатомей, фораминифер и обломков раковин моллюсков высказывается также мнение о ледниково-морском происхождении этой толщи.

Одинцовский горизонт ($lalQ_{пдод}$) имеет прерывистое распространение и выделяется только на юго-западе рассматриваемой территории. Он сложен песками, супесями и ленточными глинами общей мощностью до 15—20 м. Выходы пород одинцовского горизонта имеют небольшую площадь распространения. В масштабе карты они не могут быть показаны..

Московский горизонт ($glQ_{пмс}$) развит на обширных пространствах Юго-Западного Притиманья и на значительной части Тимана. Он представлен валунным суглинком морены фенноскандинавского ледника и связанными с нею флювиогляциальными песками. Московская морена залегает на одинцовских песках и глинах или непосредственно на морене днепровского горизонта, от которой она отличается цветом, меньшей уплотненностью и наличием валунов фенноскандинавских гранитов и гнейсов. В тех случаях, когда валунные суглинки московского горизонта залегают непосредственно на днепровском горизонте, между ними наблюдаются постепенные переходы. Мощность московской морены изменяется от 2—5 до 15—20 м. В восточном направлении мощность уменьшается, и морена частично замещается флювиогляциальными отложениями.

В центральных и северных районах Печорской низменности, где распространены среднечетвертичные ледниково-морские, озерные и флювиогляциальные отложения, выделение вышеуказанных горизонтов связано с большими трудностями. Ледниково-морские отложения пользуются наибольшим развитием в Большеземельской тундре. Они представлены роговской толщей, залегающей на морских или лагунно-морских отложениях падмеейской толщи. Роговская толща сложена суглинками с галькой и валунами. Она включает крупные линзовидные тела песчано-гравийных отложений. В породах содержатся морские, реже пресноводные диатомей, плиоцен-плейстоценовые фораминиферы, спикулы губок, обломки морской фауны, иногда рассеянный растительный детрит. От валунных суглинков днепровского горизонта более южных районов, с которыми роговские отложения обнаруживают значительное сходство, эта толща отличается большей мощностью (до 80—100 м), частым замещением мореноподобных пород песчано-гравийными отложениями и более отчетливыми признаками формирования осадков в водной среде. Определения солености среды осадконакопления указывают на образование толщи в условиях опресненного морского бассейна.

Породы роговской толщи ранее описывались в качестве морены Новоземельского покровного ледника и датировались временем максимального (днепровского) или первого постмаксимального (московского) оледенений. На основании присутствия внутри толщи прослоев песков с линзами аллохтонного торфа высказывалось также мнение, что ее нижние горизонты представляют собой морену днепроовского времени, средние — образования одинцовского межледниковья и верхние — морену московского времени. Однако повсеместное распространение под роговской толщей нетронутых экзарацией морских отложений колвинской и падимейской толщ, а также наличие многих признаков, указывающих на отложение пород в водной среде, противоречит предположению о континентальном происхождении этих образований. Породы роговской толщи рассматриваются как среднечетвертичные ледниково-морские отложения ($glmQ_{II}$). В прибрежных районах они тесно связаны с верхнечетвертичными морскими отложениями. На рис. 8 образования роговской толщи показаны с индексом более широкого возрастного диапазона ($m, glmQ_{II-III}$).

На водоразделах рек Вычегды, Печоры и Ижмы развиты разнoзернистые пески с подчиненными прослоями супесей, реже валунно-галечных отложений. Пески имеют мощность от нескольких до 20—25 м и залегают на породах днепроовского горизонта или на ледниково-морских отложениях. Большинство исследователей относят эти отложения к флювиогляциальным, хотя в песках иногда обнаруживаются спорово-пыльцевые комплексы таежного типа и остатки пресноводных или солоноватоводных диатомей.

Описанные песчаные отложения, вероятно, имеют различное происхождение: по периферии среди них преобладают флювиогляциальные и перигляциальные образования, в центральных частях Печорской низменности — озерные и озерно-аллювиальные, а возможно, и опресненно-морские (лагунные) отложения. На рис. 8 большая часть водораздельных песков бассейнов рек Вычегды, Ижмы и Печоры отнесена к нерасчлененным озерно-аллювиальным и флювиогляциальным отложениям ($lal, fglQ_{II}$).

Верхнечетвертичные морские отложения (mQ_{III}). Эти образования развиты на севере. Наиболее древние из них относятся к эпохе микулинского межледниковья и известны под названием отложений бореальной (казанцевской) трансгрессии. Они представлены песками и супесями, реже суглинками, с бореальной фауной, сходной с фауной падимейской толщи. На Пай-Хое, испытавшем значительное поднятие в четвертичное время, бореальные отложения указываются на высотах в 250—300 м. В других местах (в Большеземельской и Малоземельской тундрах и на п-ове Канин) они отмечаются на высотах от 20—30 до 150—200 м.

Иногда бореальные отложения покрыты валунными суглинками или супесями небольшой мощности (1—3 м), известными в литературе под названием «верхней морены». Эти суглинки содержат валуны, линзы песка и редкие остатки морских организмов. По-видимому, они представляют собой измененные солифлюкционными процессами ледниково-морские образования.

Более молодые морские отложения развиты на прибрежных террасах высотой от 40—60 м и ниже. Они представлены песчано-глинистыми осадками небольшой мощности и по аналогии со смежными районами отнесены к отложениям каргинской трансгрессии. Каргинские отложения фаунистически не охарактеризованы. На рис. 8 они показаны неотделенными от бореальных. Мощность верхнечетвертич-

ных морских и ледниково-морских отложений ($m, glmQ_{III}$) колеблется от нескольких метров до десятков метров.

Верхнечетвертичные ледниковые отложения. Описываемые отложения, развитые на северо-востоке данной территории, представлены мореной зырянского оледенения (glQ_{III-zr}). Последняя сложена бурыми суглинками и супесями с плохо окатанными валунами уралопайхойских пород. Мощность морены изменяется от 1—3 до 15—20 м. Южнее района среднего течения р. Печоры зырянское оледенение Урала имело характер долинного. В предгорной равнине здесь отлагались флювиогляциальные и перигляциальные пески, супеси и галечники, которые трудно отделить от средне- и верхнечетвертичных озерно-аллювиальных отложений. Их верхнечетвертичный возраст условен. В прибрежных районах Полярного Приуралья и Пай-Хоя осадки времени зырянского оледенения представлены ледниково-морскими валунными суглинками и валунно-галечными песками ($glmQ_{III}$).

Проведенными ВСЕГЕИ исследованиями (1959 г.) на западе территории Коми АССР устанавливалось распространение морены и флювиогляциальных отложений верхнечетвертичного калининского оледенения. Распространение этой морены с индексом glQ_{III} дано на рис. 8. Однако вопрос о наличии на территории Коми АССР морены калининского оледенения нельзя считать решенным. Краевые образования в районе предполагаемой границы оледенения отсутствуют, а сама «калининская морена» по внешнему виду и составу валунов неотличима от описанной выше и развитой несколько восточнее морены московского горизонта. Флювиогляциальные пески калининского оледенения показаны здесь не отделенными от среднечетвертичных флювиогляциальных и верхнечетвертичных озерно-аллювиальных отложений (lal, glQ_{II-III}).

Недостаточно данных и для возрастной датировки песчано-глинистых валунных отложений, принимающих участие в сложении холмистых ландшафтов прибрежных районов. По мнению части исследователей, эти всхолмления представляют собой формы краевой аккумуляции верхнечетвертичного новоземельского оледенения. Внутреннее строение холмов не согласуется с этими представлениями, так как в их сложении принимают участие морские и ледниково-морские осадки. Некоторые всхолмления представляют собой несомненные останцовые образования, осложненные термокарстовыми явлениями и процессами солифлюкции. Учитывая недостаточную изученность отложений, породы, слагающие холмистые ландшафты прибрежных районов, отнесены к неразделенным средне- и верхнечетвертичным морским и ледниково-морским отложениям ($glmQ_{II-III}$).

Озерно-аллювиальные отложения верхнечетвертичного времени ($lalQ_{III}$). Эти отложения представлены разнозернистыми песками, которым подчинены прослои супесей и суглинков. Они развиты в долинах рек и в некоторых понижениях на водоразделах.

Современные и неразделенные верхнечетвертично-современные отложения. К ним отнесены аллювий поймы и первой надпойменной террасы, озерно-болотные и болотные отложения. Аллювиальные отложения поймы и первой надпойменной террасы (alQ_{III-IV}) представлены иловатыми песками с гравийно-галечными прослоями; в масштабе карты они показаны только на крупных реках. Озерно-болотные и болотные отложения представлены торфом, иногда содержащим прослои суглинков или супесей. Среди этих отложений имеются две генерации торфяников: торфяники на иловатых песках и суглинках в плоских котловинах, представляющих собой днища спущенных или

заросших озер, и торфяники в прибрежных равнинах тундры, развитые на различных по составу грунтах. Торфяники озерных котловин отнесены к верхнечетвертично-современным озерно-болотным отложениям (IрQIII-IV), а торфяники прибрежной тундры — к современным болотным отложениям (рQIV). Мощность торфа в массивах, показанных на рис. 8, изменяется от 2—3 до 5—6 м. Мелкие массивы и маломощные верховые торфяники на нем не показаны.

Современные морские отложения (mQIV). Эти отложения представлены суглинками и супесями, развитыми в приустьевых участках рек, впадающих в море, и в пределах наиболее низменных участков побережья.

На водораздельных пространствах широким распространением пользуются покровные суглинки и различные элювиально-делювиальные и солифлюкционные образования. Солифлюкционные и элювиально-делювиальные образования в области развития четвертичных отложений представлены несортированными суглинками с включением гальки и валунов. У подножий склонов они достигают нескольких метров по мощности и часто принимаются за морену (солифлюкционные псевдоморены).

На рис. 8 элювиально-делювиальные образования показаны только в районах неглубокого залегания коренных пород — на Урале, Пай-Хое, Тимане и п-ове Канин, где они состоят из песчано-глинистых пород с дресвой и щебнем подстилающих отложений или реже представлены крупноглыбовым делювием.

3. ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА И ЕГО ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Рассматриваемая территория охватывает северо-восточную окраину Русской платформы и примыкающую к ней часть Урало-Пайхой складчатой области (рис. 9). На западе территории Коми АССР фундамент платформы сложен архейскими и раннепротерозойскими кристаллическими образованиями, а восточнее, вплоть до Предуральского прогиба, — метаморфизованными толщами верхнего протерозоя. В Предуральском прогибе кристаллическое основание залегает глубоко и состав слагающих его пород неизвестен.

Основные этапы геологической истории региона могут быть намечены с позднего протерозоя. В это время рассматриваемая территория была областью седиментации. На востоке располагалось море Урало-Пайхойской эвгеосинклинали, центральная часть, охватывающая территорию Печорской синеклизы, Тимана и Канина, представляла собой миогеосинклиналь, а запад и юго-запад были заняты эпиконтинентальным морем.

В конце протерозоя или в начале кембрия повсеместно стали развиваться регрессивные явления. Западная и юго-западная части региона испытали эпейрогеническое поднятие, превратившее область эпиконтинентального бассейна в невысокую равнину, а остальная территория подверглась орогенезу, сопровождавшемуся проявлениями магматизма, метаморфизмом накопившихся толщ и дифференцированными поднятиями. В начале кембрия она стала ареной денудационных процессов.

В ордовике на востоке началось погружение, сопровождавшееся трансгрессией. Море затопило Урало-Пайхойскую область и заливами проникло в область Печорской синеклизы. В силуре оно ушло из некоторых частей Печорской синеклизы, но расширило свои пределы на Северном Тимане и Канине. Запад рассматриваемого региона, большая

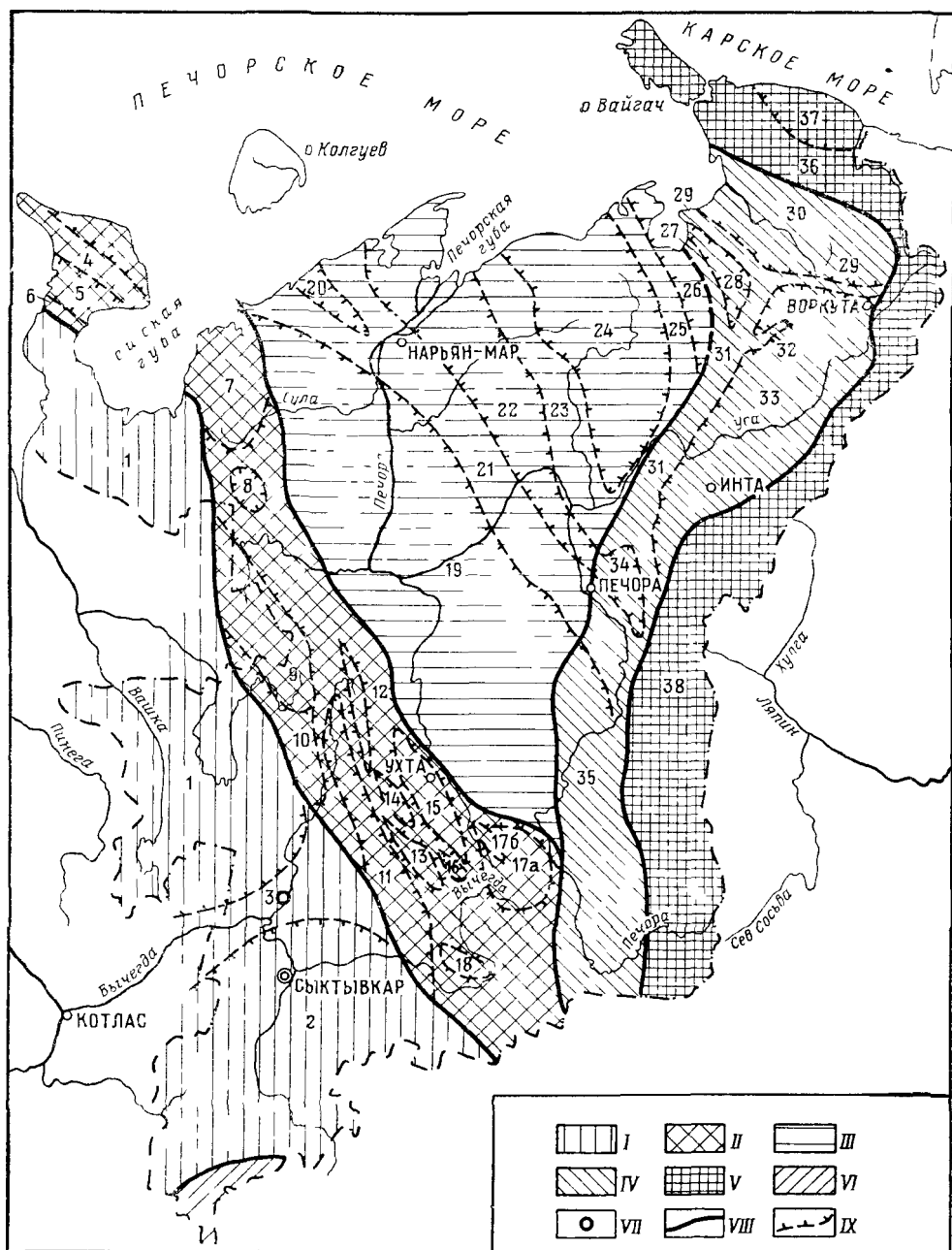


Рис. 9. Схема тектонического строения территории Коми АССР и Ненецкого национального округа (составил К. К. Воллосович)

I — Мезенско Вычегодская синеклиза 1 — Пезо Мезенская впадина, 2 — Сысола Вычегодская впадина, 3 — Вычегодское поднятие 11 — область Каиино-Тиманских дислокаций 4 — хребет Пае, 5 — Надте-Шойинская депрессия, 6 — Шойинский Лудоватый хребет, 7 — Северо Тиманское поднятие, 8 — Средне Косминский прогиб, 9 — Поднятие Четласского Камня 10 — Обдырско-Чисвенское поднятие, 11 — Вымско Нившерский прогиб 12 — Вымско Кедвинское глыбовое поднятие, 13 — Оч Пармское глыбовое поднятие, 14 — Тойбышский прогиб, 15 — Ухтинская антиклиналь, 16 — Верхне-Вычегодская депрессия, 17 — Омра Сойвинские поднятия (а) и Верхне Ижемская антиклиналь (б), 18 — антиклиналь Джежим Пармы 111 — Печорская синеклиза 19 — Ижма Печорская впадина, 20 — Оксинская впадина 21 — Печора Малоземельский вал 22 — Деннсовская впадина, 23 — Колвинская гряда, 24 — Колвинская впадина 25 — Кушшорско Сорокинское поднятие, 26 — Морю-ская впадина IV — область Предуральского краевого прогиба 27 — гряда Гамбурцева 28 — Адзьвинская впадина, 29 — поднятие Чернова 30 — Коротанхинская впадина, 31 — гряда Чернышева, 32 — Роговское поднятие, 33 — Косью Роговская впадина 34 — Большесынинская впадина 35 — Верхне Печорская впадина, V — Урало Пайхойская складчатая область, 36 — антиклинорий Пай Хой, 37 — Прикарская мегасинклиналь, 38 — Уральский антиклинорий VI — Глазовская синеклиза VII — Сереговский соляной купол, VIII — границы структур первого порядка IX — границы структур второго и более низких порядков

часть Тимана и Печорской синеклизы в ордовике и силуре оставались сушей.

В нижнем девоне произошло дальнейшее сокращение размеров морского бассейна, который сохранился в виде меридиональной полосы на месте современного Урала и Пай-Хоя.

Новая трансгрессия началась в эйфеле и продолжала развиваться в живетское время. Трансгрессия происходила при различной скорости опускания отдельных участков. Наиболее интенсивное погружение испытал район Печора-Малоземельского вала, где накапливалась мощная толща терригенно-карбонатных осадков. Западнее Печора-Малоземельского вала морской бассейн распался на обширные лагуны, разобщенные участками суши. Палеотиман представлял собой архипелаг, а к западу от него простирались суша. В конце среднего и начале верхнего девона на Тимане и Канине и в некоторых местах Печорской синеклизы произошли крупные разломы и трапповые излияния основной магмы. В целом эпоха среднего девона характеризовалась неустойчивым геотектоническим режимом и широким развитием бассейнов лагунного типа.

Трансгрессия франского времени была наиболее крупной в девоне. Море затопило почти весь рассматриваемый регион, за исключением части Мезенско-Вычегодской синеклизы и отдельных островов на Тимане и Канине, и в нем создались благоприятные условия для накопления мощных толщ органогенно-обломочных известняков или обогащенных органическим веществом терригенно-карбонатных отложений (пород типа доманика). В конце франского века по периферии морского бассейна развились регрессивные явления и увеличились площади, занятые лагунами. В Ухтинском районе в это время отложились гипсоносные породы.

Фаменская трансгрессия была незначительной. Она проявилась в некоторых районах Печорской синеклизы, а также на Северном и Южном Тимане и закончилась в первой половине фамена.

В области Мезенско-Вычегодской синеклизы, Тимана (за исключением его юго-восточной части) и на западе Печорской синеклизы в конце девона установился континентальный режим. На востоке Печорской синеклизы и в Урало-Пайхойской области море существовало в течение всего верхнедевонского времени.

Палеогеография начала карбона была сходной с позднедевонской, хотя климат стал более влажным. Морской режим сохранялся в Урало-Пайхойской области и на востоке Печорской синеклизы. Территория суши турнейского и начала визейского времени представляла собой низменность, а жаркий и влажный климат способствовал развитию процессов латеритного выветривания. В котловинах и по берегам рек отлагались пестроцветы, к которым приурочены линзовидные тела бокситов (юго-восточная часть Тимана), а на заболоченных побережьях создавались обстановки, благоприятные для торфонакопления и углеобразования (районы Средней Печоры и др.). В лагунах формировались терригенные и терригенно-карбонатные осадки с сидеритовыми и кремнистыми конкрециями. В открытом море Уральской геосинклинали в это время шло накопление толщ карбонатных пород и флишеидных терригенных отложений.

Начиная со среднего визе занятая сушей территория стала сокращаться. Трансгрессия продолжалась от начала среднего визе до среднего карбона, но временами прерывалась небольшими регрессиями. На Тимане очертания береговой линии неоднократно меняли свою конфигурацию, что обусловило значительную изменчивость литологического состава и мощностей визейских осадков. Морской режим в Мезенско-

Вычегодской области, на Тимане и на западе Печорской синеклизы повсеместно установился в московский век, тогда как на востоке Печорской синеклизы, в Предуральском прогибе и Урало-Пайхойской области уже началась регрессия. Все же в конце каменноугольного периода большая часть рассматриваемого региона была еще занята морем, только начавшим распадаться на полузамкнутые бассейны. Невысокие участки суши в верхнем карбоне, по-видимому, располагались в некоторых районах Урала и Пай-Хоя и на севере Предуральского прогиба. Мелкие острова существовали на Тимане и Канине.

Пермский период был эпохой интенсивных проявлений герцинского орогенеза в Уральской геосинклинали, и история геологического развития региона на востоке во многом отличалась от истории центральных и западных районов.

На востоке превращение части Уральской геосинклинали в горную страну и область сноса сопровождалось формированием Предуральского прогиба и накоплением в нем осадков мощностью в несколько километров. Море, которое трансгрессировало в прогиб с севера, в сакмарский и артинский века было нормальной солености. Затем связи с открытым морем ухудшились, а осадконакопление приобрело отчетливо выраженный циклический характер. В кунгурский век на севере отлагались толщи лагунно-морских и пресноводных терригенных осадков, переслаивающихся с торфяниками наземного происхождения, а на юге — доломиты, ангидриты и соли. Между районами накопления угленосных толщ и районами с преобладанием хемогенной седиментации отлагались различные по составу, но преимущественно терригенные породы. К началу уфимского века связи прогиба с морем прекратились, и осадконакопление верхнепермского времени происходило в условиях солоноватоводных и пресноводных водоемов. На северо-востоке отлагались песчано-глинистые породы с прослоями конгломератов и углей, а на юге и западе — различные по составу пестроцветы. Источником сноса служил воздымающийся Урал.

К западу от Предуральского прогиба в нижнепермское время существовал унаследованный от каменноугольного периода бассейн, в котором первоначально отлагались известняки. В начале пермского периода связи с открытым морем ухудшились, и среди осадков стали появляться, а затем преобладать эвапоритовые образования — ангидриты и соли. Наибольшее накопление эвапоритов происходило в кунгуре. В начале верхней перми на месте регрессировавшего морского бассейна стали отлагаться в континентальных условиях красноцветы. На западе накопление красноцветов было временно прервано трансгрессией казанского моря, в котором отлагались терригенные и карбонатные породы. Трансгрессия не распространялась восточнее Тимана. В татарский век почти вся рассматриваемая территория являлась областью континентальной седиментации и накопления пестроцветов.

В начале триаса продолжалось сохраняться господство обстановок континентальной и лагунной седиментации. На севере Предуральского прогиба произошли разломы и трапшовые излияния основной магмы. Климат увлажнился, и роль флювиальных процессов увеличилась. Песчаные и галечные отложения, пользующиеся широким развитием в нижних горизонтах триаса, представляют собой дельтовые и речные отложения. Они свидетельствуют о сильной обводненности территории и значительной энергии потоков, которые, вероятно, блуждали на обширных низменностях. Поточные воды, приносившие песчано-галечный материал, поступали из центральных частей Урала, подвергавшихся интенсивному поднятию.

Смена преимущественно грубозернистых осадков раннего триаса вышележащими алеврито-глинистыми породами указывает на происшедшее изменение геотектонической и палеогеографической обстановок и переход к более спокойным условиям седиментации. Большая часть пород нижнего триаса, представленных красноцветами и пестроцветами ветлужской серии (в западных районах) и нижней части хейягинской (в восточных районах), отлагалась в озерных и лагунных бассейнах или в периодически усыхавших водоемах. Климат стал жарким и довольно сухим, и некоторые водоемы временами засолялись. На это указывают включения гипса в породах и филлоподовый состав фауны.

В среднем и верхнем триасе площади субаквальной седиментации уменьшились. Осадки этого времени известны в Печорской синеклизе и в Предуральском прогибе, а в Мезенско-Вычегодской синеклизе они пока достоверно не установлены. Климат среднего и верхнего триаса был жарким, близким к нижнетриасовому, но временами более влажным, о чем свидетельствуют прослои серых глин с растительными остатками.

К концу триаса климат заметно увлажняется и местами становится гумидным. Накопление пестроцветных алеврито-глинистых пород сменяется накоплением сероцветных. В восточных районах кое-где возникли озерно-болотные обстановки и образовались линзы и небольшие прослои бурых углей.

В конце верхнетриасовой или, что более вероятно, в начале юрской эпохи проявилась раннекимерийская фаза складчатости. В результате этой орогенической фазы палеозойские и триасовые отложения в ряде мест были смяты в складки; прекратилось существование Предуральского краевого прогиба, ожили ранее существовавшие разломы; подвижки по этим разломам обусловили возникновение кряжа Чернышева, поднятия Чернова и других менее выраженных структур.

На Тимане и Канине произошло образование крупных разрывов. Началось общее поднятие северо-восточной части Русской платформы.

На протяжении нижнеюрской и, вероятно, значительной части среднеюрской эпох вся рассматриваемая область была приподнята; здесь шли процессы выветривания, корообразования и выработка гидрогеографической сети с интенсивным размывом пород, выведенных на дневную поверхность.

Со среднеюрской эпохи, по-видимому с батского века, началось медленное погружение Печорской и Мезенско-Вычегодской синеклиз. В пониженных частях, вероятно в озерно-болотных и лагунных условиях, происходило накопление глинисто-песчаных, а местами и гравийно-песчаных осадков. В келловее в Мезенско-Вычегодскую и Печорскую синеклизы проникло море, которое неоднократно меняло свои очертания и временами регрессировало. В мелководных морских бассейнах верхнеюрского времени формировались песчано-алеврито-глинистые осадки с глауконитом и конкрециями пирита и фосфорита.

В нижневолжский век отлагались преимущественно глинистые породы. В застойных участках моря, где скапливалось много растительной и животной органики, происходило накопление битуминозных илов, за счет которых образовались горючие сланцы. В конце нижневолжского времени море регрессирует. На протяжении верхневолжского века территория обеих синеклиз, возможно за исключением южной части бассейна р. Сысолы и районов г. Нарьян-Мара, представляла собой сушу.

Трансгрессия моря в область обеих синеклиз была в нижнемеловое время меньшей по размерам, чем верхнеюрская. В это время отла-

гались алеврито-глинистые породы, содержащие линзы и прослои глауконитовых песков, стяжения фосфорита и разнообразную фауну. В конце неокома море начало мелеть. В апте морской режим сохранился только на юге Мезенско-Вычегодской синеклизы, где отлагались темно-серые и черные глины. В других местах синеклиз существовали опресненные водоемы и заболоченные участки, в которых происходило накопление алеврито-глинистых и песчаных пород. С конца нижнего мела вся описываемая территория становится сушей.

В верхнем мелу умеренно влажный климат и континентальный режим сохранялся почти на всей территории. Нисходящие движения отмечаются только на севере Предуральяского прогиба, куда из Западно-Сибирской низменности через пониженные места Урала проникло море. В коньякский и сантонский века в нем отложились толща песчаников и алевролитов с конгломератами в основании.

С конца мелового периода и до начала неогенового, т. е. в палеогене и в начале миоцена, на Севере Европы господствовали геократические условия. Среднее превышение водоразделов над уровнем моря, по-видимому, достигло 400—500 м, и поверхность материка, по отношению к отметкам его современной поверхности, была приподнята не менее чем на 200—300 м. В результате усиленной эрозийной деятельности страна была расчленена сетью глубоких долин.

Во второй половине миоцена или в начале плиоцена из Арктического бассейна началась крупная трансгрессия. Повышение базиса эрозии вызвало усиленную аккумуляцию аллювия в речных долинах, которые впоследствии были полностью погребены под морскими отложениями. Дальнейшее развитие трансгрессии в плейстоцене превратило рассматриваемую территорию в обширную акваторию, в пределах которой оставались незатопленными горная часть Урала, отдельные острова на Тимане и Пай-Хое, возможно, небольшие равнинные острова на наиболее возвышенных участках водоразделов. С относительно кратковременными и неполными регрессиями этот бассейн существовал до начала верхнего плейстоцена. Наибольших размеров он достиг в среднечетвертичное время.

Плейстоценовое море было холодным, с большим количеством плавающих льдов, приносявших валуны и другой грубообломочный материал и значительно опреснявших бассейн при своем таянии. Климат был суровым, и условия для существования фауны неблагоприятными. Многие острова были покрыты ледяными шапками, а с Урала спускались мощные ледники. Наиболее крупные из них сливались в сплошные ледяные поля, омывавшиеся морем. Западные районы описываемой территории, по мнению большинства исследователей, неоднократно перекрывались ледниками.

В начале верхнечетвертичного времени климатические условия улучшились, и в бассейн стали проникать атлантические воды с относительно теплолюбивой фауной. Оледенение на суше сильно сократилось, а возможно, прекратилось совсем (в микулинское межледниковье). Последующее ухудшение климата в верхнем плейстоцене вызвало новое, но менее крупное оледенение Урала, развившееся при сильно сократившихся размерах морского бассейна. На суше в это время получили широкое распространение солифлюкционно-морозные процессы, а в местах, где промерзание пород было особенно глубоким, стала развиваться долговременная мерзлота. На большей части рассматриваемого региона в верхнем плейстоцене происходила разработка долин современной гидрографической сети, которая продолжается и в голоцене.

Из приведенного обзора геологической истории региона видно, что последней крупной фазой тектогенеза была древнекиммерийская, охватившая отрезок времени между верхним триасом и средней юрой. Последующие движения в позднем мезозое и в кайнозое были или эпейрогеническими и мало нарушали структурный план территории, или носили локальный характер.

Древнекиммерийский орогенез оказал различное воздействие на ранее существовавшие тектонические формы. Созданные им структуры обнаруживают тесную связь со строением фундамента. В архейско-раннепротерозойской части платформы они просты и немногочисленны. В области эпирифейской платформы с менее жестким верхнепротерозойским фундаментом, неоднократно активизировавшимся в палеозое и мезозое, получили распространение относительно сложные структурные формы, а в полосе Канино-Тиманских дислокаций отдельные блоки фундамента по разломам были выведены на дневную поверхность. Наиболее интенсивно дислоцирована Урало-Пайхойская область, где развиты опрокинутые и веерообразные складки, осложненные многочисленными разрывами и проявлениями магматизма. В Предуральском прогибе дислоцированность отложений имеет промежуточный характер между платформенной и геосинклинальной. Краткая характеристика крупных структурных элементов рассматриваемой территории (см. рис. 9) приведена ниже.

Мезенско-Вычегодская синеклиза. Кристаллическое основание синеклизы разбито многочисленными разломами, по которым отдельные блоки приподняты или опущены. Наиболее значительными структурами фундамента являются: Кулой-Пинежский свод, Котлас-Яренская впадина, Сысола-Верхнекамский свод и Предтиманская впадина. В пределах Сысола-Верхнекамского свода выделяется крупный Кажимский грабен.

Разломы в фундаменте, вероятно, древнего заложения. Подвижки по ним происходили в верхнем протерозое и в палеозое, о чем свидетельствует уменьшение мощностей верхнепротерозойских и нижнекембрийских (?) толщ на погребенных сводах и увеличение их в депрессиях. Начиная с кембрия область синеклизы являлась ареной денудации до среднего девона. Эпоха среднего и верхнего девона характеризовалась дифференцированными движениями. Большая часть синеклизы оставалась приподнятой, но в некоторых местах, как например, в Кажимском грабене, происходили опускания, сопровождавшиеся накоплением значительной толщи осадков. Опускание территории синеклизы и ее превращение в область устойчивого осадконакопления произошло в среднем карбоне. С небольшими перерывами оно продолжалось в пермском периоде и в начале триаса.

В послетриасовое время в восточной части Котлас-Яренской впадины в результате подвижек по разломам в фундаменте возникла пологая структура — Вычегодское поднятие. Это поднятие расположено на продолжении Сухонского вала, находящегося за пределами описываемой территории. На геологической карте оно выделяется по появлению нижнетриасовых отложений среди поля развития юрских.

На северо-восточной периферии Вычегодского поднятия расположен Сереговский соляной купол, в котором наблюдаются проявления триасового (?) вулканизма. Не исключено, что Сухонский вал и Вычегодское поднятие связаны с одной системой глубинных разломов северо-восточного направления, обусловивших возникновение в осадочном чехле синеклизы пологой структуры, которая может быть названа Сухоно-Вычегодским валом. В пределах этого вала, вероятно, существует ряд невыявленных локальных структур (в том числе и соляно-

купольных), могущих представлять интерес для поисков рассольных вод и месторождений других полезных ископаемых.

В Сереговском куполе дислоцированы пермские и нижнетриасовые отложения, а кепрок соляного штока заключает в себе диабазовые тела. Признаки термального воздействия диабазов на вмещающие породы (Кальберг, 1962) дают основание предполагать наличие проявлений мезозойского (триасового ?) вулканизма в синеклизе. Время Сереговского вулканизма и возраст соли окончательно не выяснены.

Структура Мезенско-Вычегодской синеклизы в значительной мере инверсионная. Вычегодское поднятие, как указывалось выше, возникло на месте древней впадины, а участки прогибов, фиксируемые контурами распространения юрских и меловых отложений, располагаются (полностью или частично) на поднятиях фундамента. В Пеза-Мезенской впадине они занимают часть Кулой-Пинежского свода, а в Сысола-Вычегодской — запад Сысольско-Верхнекамского свода. Юрские и меловые отложения в синеклизе залегают горизонтально. Послеюрские движения имели характер эпейрогенических и были небольшой амплитуды.

Область Канино-Тиманских дислокаций. Основными структурами п-ова Канин являются блоковые выступы протерозойских толщ хребтов Паеи Шойненского Лудоватого, разделенные грабенообразной Надтей-Шойненской депрессией. На Тимане к наиболее крупным поднятиям относятся: Северо-Тиманское, имеющее форму коробчатой антиклинали, осложненной более мелкими структурами; поднятие Четлаского Камня с его южным продолжением Обдырско-Чисвенским поднятием; поднятие Вымско-Вольской гряды, образованное двумя глыбовыми структурами: северной — Вымско-Кедвинской и южной — Оч-Пармской; антиклиналь Джежим-Пармы и, наконец, полоса антиклиналей на восточном погружении Среднего и Южного Тимана (Эшмеско-Кедвинская, Ухтинская, Верхне-Ижемская антиклинали, Омра-Сойвинские поднятия и др.). К тектоническим депрессиям Тимана принадлежит: неясно выраженный Средне-Косминский прогиб, разделяющий поднятия Северного и Среднего Тимана; Тобыцкий прогиб, примыкающий с запада к Ухтинской антиклинали; Верхне-Вычегодская депрессия, расположенная северо-восточнее Джежим-Пармы, и обширный Вымско-Нившерский прогиб, протягивающийся западнее Вымско-Вольской гряды от верхнего течения р. Выми к р. Вычегде. На юге он открыт в сторону Сысола-Вычегодской впадины.

В формировании структур Тимана большая роль принадлежит дизъюнктивным нарушениям, по которым происходили перемещения блоков. Однако большинство разрывов не выходит за пределы поверхности сланцевого фундамента. В осадочном чехле разрывы отражаются в виде широко развитых флексур. Ядрами всех поднятий Тимана служат блоки метаморфических толщ. В некоторых структурах они выведены на поверхность (Четлаский Камень, Вымско-Вольская гряда и др.), в других — перекрыты палеозоем (брахиантиклинали северо-восточного склона Тимана). Крупные поднятия осложнены структурными террасами и мелкими складками обычного для Тимана северо-западного направления.

Структуры Тимана принадлежат к типу плакантиклиналей и плаксинклиналей. Почти все они имеют более крутые крылья с юго-западным падением пластов и более пологие — с северо-восточным. Асимметричность структур указывает на то, что блоковые перемещения в фундаменте, обусловившие современный план строения Тимана, имели направленность с северо-востока на юго-запад. Это дает основание

предполагать, что разрывы в фундаменте чаще всего относятся к крутым надвигам.

Область Канино-Тиманских дислокаций испытала три крупные фазы тектогенеза. Первая из них — досилурийская (байкальская) — имела характер геосинклинальной складчатости. Она сопровождалась кислыми и щелочными интрузиями и региональным метаморфизмом осадочных толщ. Вторая фаза — средне-верхнедевонская — выразилась в возникновении крупных расколов и сопровождалась интенсивной вулканической деятельностью. Третья фаза — посленижнетриасовая и до-среднеюрская (древнекиммерийская) — определила современный план тектонического строения Тимана и Канина. Складчатые структуры, созданные в эту фазу, типично платформенные, обусловленные блоковыми перемещениями в фундаменте. Молодые движения на Тимане слабо изучены.

Печорская синеклиза. Фундамент платформы в Печорской синеклизе, по данным аэромагнитной съемки, залегает на глубинах от 2—3 до 10—12 км и более. Однако эти материалы не везде надежны. Так, в районе д. Кипиево на р. Печоре, где аэромагнитные данные указывают на погружение кристаллического основания до глубин 7—10 км, буровая скважина встретила породы фундамента на глубине 2,7 км. В целом геофизические материалы позволяют только судить о значительной неровности фундамента и о его общем погружении в направлении к Предуральскому прогибу.

В Печорской синеклизе центральное положение занимают дислокации Печора-Малоземельского вала, начинающиеся в Предуральском прогибе южнее г. Печоры, где они имеют параллельное Уралу меридиональное направление. Севернее широты г. Печоры оно меняется на северо-западное. Северо-западнее с. Мутный Материк на р. Печоре, где поднятие вала известно под названием Печорской гряды, оно прослежено геофизическими методами до низовьев р. Печоры. По характеру гравитационного поля можно полагать, что здесь существует система узких кулисообразно расположенных складок, протягивающихся в Малоземельскую тундру к Седуяхинскому поднятию. Дислокации Печора-Малоземельского вала, по-видимому, связаны с глубинным разломом, в зоне которого в среднем и верхнем девоне происходили интенсивные опускания и накопления мощных толщ осадков. Севернее Седуяхинского поднятия Печора-Малоземельский вал раздваивается. Его северная ветвь уходит под воды Печорского моря, а северо-западная — приключается к дислокациям восточного склона Северного Тимана.

Часть Печорской синеклизы между Печора-Малоземельским валом и Тиманом, именуемая Ижма-Печорской впадиной*, осложнена локальными структурами, выявленными на востоке и юге впадины (Лемъю-ская, Джьерская, Западно-Тэбукская, Верхне-Лыжская и др.).

Северо-восточнее Печора-Малоземельского вала эта синеклиза плохо изучена. Здесь развиты спокойно залегающие юрские и нижнемеловые отложения, под которыми геофизики выявили две системы поднятий: 1) поднятия Колвинской гряды и 2) полосу Кушшорско-Сорокинских поднятий. Колвинская гряда вытянута в северо-западном направлении. Структуры южной части Кушшорско-Сорокинских поднятий имеют северо-восточное (уральское) направление и прижаты к гряде Чернышева. Затем полоса поднятий почти под прямым углом

* Применение для этой структуры названия «Печорская» (некоторыми авторами «Печорская депрессия») вносит путаницу в представления, так как определение «Печорская» давно использовано в литературе для всей синеклизы в целом (А. А. Чернов, В. А. Варсанюфьева и др.).

отходит в сторону от гряды Чернышева и под названием гряды Сорокина протягивается в северо-западном направлении до побережья моря. Колвинская гряда и гряда Сорокина делят большеземельскую часть Печорской синеклизы на три впадины: Денисовскую, Колвинскую и Мореюскую. Принадлежность Кушшорско-Сорокинских поднятий и Мореюской впадины к области синеклизы, а не Предуральского прогиба не может считаться твердо установленной.

Породы верхнего структурного яруса — юрские и нижнемеловые отложения — в Печорской синеклизе залегают горизонтально или образуют пологие складки, наследующие контуры погребенных структур. Более резкие нарушения, с углами падения пластов до 30—40°, обычно относят за счет древних и современных оползней. В ряде случаев вопрос о природе нарушений остается не решенным.

Область Предуральского краевого прогиба. Тектоническое строение северной (Усино-Кортаихинской) подобласти во многом отлично от строения южной — Верхне-Печорской.

В северной подобласти структуры подчинены двум направлениям: уральскому (северо-восточному) и пайхойскому (северо-западному). В зоне сопряжения этих двух направлений получают развитие брахискладки. Наиболее крупными положительными структурами являются мегантиклинали гряды Чернышева и поднятия Чернова. Первая из них представляет собой линейно вытянутое поднятие уральского направления, в котором выведены на поверхность смятые в крутые складки палеозойские отложения от силурийских и моложе. Они разорваны многочисленными дизъюнктивами. На севере от гряды Чернышева ответвляются гряда Гамбурцева и Роговское поднятие, еще слабо изученные. Мегантиклиналь поднятия Чернова является однотипной с грядой Чернышева, но имеет перпендикулярное к ней северо-западное направление, меньшие размеры и несколько более простое строение. Оба поднятия контактируют с примыкающими к ним впадинами по разрывам типа крутых надвигов и сбросов с амплитудой вертикального смещения до 3 км.

Отрицательными тектоническими формами в северной подобласти являются: Большесынинская, Косью-Роговская (Усинская), Адзвинская и Кортаихинская впадины. Все они принадлежат к типу мегасинклиналей, осложненных более мелкими структурами (Воргашорская синклиналь, Воркутская мульда, складки Интинского района и др.). Разрывные нарушения во впадинах чаще всего приурочены к зонам их сочленения с поднятиями. Впадины выполнены пермскими и триасовыми отложениями. На северо-востоке Косью-Роговской впадины развиты маломощные верхнемеловые отложения, а на крайнем западе — небольшие участки юрских.

Южная подобласть прогиба представляет собой вытянутую параллельно Уралу впадину, выполненную пермскими и триасовыми отложениями. Впадина осложнена несколькими складками уральского направления. Интенсивность дислокаций увеличивается в направлении с запада на восток.

Предуральский прогиб оформился в начале пермского периода, когда в нем усилились нисходящие колебательные движения, сопровождавшиеся накоплением многокилометровых (на севере угленосных) толщ осадков. На границе перми и триаса в северной части прогиба произошли крупные расколы и трапповые излияния основных эффузивов. В триасе в большей части прогиба продолжалось опускание и накопление преимущественно континентальных отложений. Общая мощность пермских и триасовых осадков в северной части прогиба достигает 7—9 км, на юге она несколько меньше.

Основная фаза тектогенеза в Предуральском прогибе проявилась, как и в области Печорской синеклизы, между концом триаса и средней юрой. В это время произошло формирование основных структур в прогибе. Последующие движения имели характер эпейрогенических. Юрские и меловые отложения почти повсеместно залегают горизонтально, и наблюдающиеся среди них локальные нарушения не всегда ясны по своему происхождению. В кайнозое территория прогиба испытывала только слабые неотектонические движения, обычно приуроченные к зонам древних разломов.

В Урало-Пайхойской складчатой области, как указывалось выше, выделяются две подобласти: Пайхойская и Уральская. Пайхойская подобласть включает антиклинорий Пай-Хой и Прикарскую мегасинклиналь. В сложении Пай-Хоя принимают участие интенсивно дислоцированные отложения от верхнепротерозойских до верхнетриасовых включительно. Прикарская мегасинклиналь выполнена угленосными и безугольными пермскими отложениями и с северной стороны срезается Карским морем. В ней сохранились отдельные участки горизонтально лежащих меловых отложений и небольшие поля развития послемеловых туфобрекчий и лав.

В Уральской подобласти отдельные структуры выделяются или по горным массивам, обычно занимающим срединное положение в антиклинальных поднятиях (Енгане-Пэ, Манита-Нырды и др.), или по комплексам структур, находящимся в тесной связи между собой (система структур Ляпинского антиклинория). Для всей Уральской подобласти характерно широкое развитие явлений регионального метаморфизма и разнообразные проявления магматизма. Большое распространение имеют изоклинальные складки, осложненные надвиговыми и сбросовыми нарушениями.

Наиболее ранние орогенические движения в Урало-Пайхойской геосинклинали относятся к протерозою. Следующий эпохой диастрофизма была доордовикская. С доордовикским, предположительно байкальским орогенезом связаны внедрения крупных гранитных массивов, развитых в приосевой зоне Урала. Начальные этапы герцинского орогенеза сказались в проявлениях девонского магматизма, а основные фазы происходили в пермское и триасовое время. В западной периферии Урало-Пайхойской геосинклинали, где пермские и триасовые отложения смяты в складки без следов внутренних угловых несогласий, заключительная фаза тектогенеза происходила в раннеюрское время. Она относится уже к древнекиммерийской фазе. Тектонические движения на Урале и Пай-Хое в платформенной стадии развития изучены слабо. Этими движениями обусловлено возникновение нескольких древних поверхностей выравнивания.

В заключение кратко остановимся на гидрогеологическом значении разрывных нарушений.

В хорошо изученных районах угольных месторождений Печорского бассейна почти все крупные дизъюнктивы являются безводными вследствие заполнения полостей разрывов, по которым произошли смещения, тектонической глиной или брекчией. Но вблизи разломов всегда наблюдается зона с большой трещиноватостью и водоносностью. В других районах рассматриваемой территории выходы подземных вод с солевым и газовым составами, указывающими на их глубинное происхождение, в большинстве случаев располагаются на довольно значительном расстоянии от линий разломов, установленных геологическим картированием. Это дает основание предполагать, что многие разломы не являются водоносными. По-видимому, водообмен между различными водоносными комплексами и горизонтами и разгрузка глубин-

ных вод, с которыми связаны источники, чаще всего осуществляется в приразломной зоне по крупным трещинам (диаклазам). Возможно также, что некоторые источники связаны с дизъюнктивами, не достигающими до поверхности. При наличии покрова четвертичных отложений выявление водоносных разломов и трещин представляет большие трудности.

На этом основании большая часть разрывных нарушений показана на карте (см. прил. 2) в качестве разломов, гидрогеологическое значение которых не выяснено. К водоносным разломам отнесено несколько небольших дизъюнктивов, в непосредственной близости к которым известны источники пресных или минерализованных вод. При выделении водоносных разломов были использованы данные о выходах подземных вод, оставшихся в химическом отношении неохарактеризованными и потому не вошедшими в число источников, нанесенных на гидрогеологическую карту.

4. ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Описываемая территория входит в состав двух крупных морфоструктур: Русской платформы и Урало-Пайхойской горноскладчатой страны.

Рельеф Русской платформы формировался в условиях преобладания процессов медленного осадконакопления над процессами сноса. Амплитуды колебательных движений были незначительными, а эрозионные врезы неглубокими. В пределах рассматриваемой части морфоструктуры Русской платформы выделены три геоморфологические области: Притиманская, Канино-Тиманская и Печорская.

Рельеф Урало-Пайхойской морфоструктуры создавался под воздействием интенсивных тектонических движений, в результате которых здесь был выработан сильно расчлененный эрозионно-тектонический рельеф. В пределах рассматриваемой части Урала и Пай-Хоя выделены две геоморфологические области: Уральская и Пайхойская.

Притиманская область. В структурном отношении эта область включает в себе площади, принадлежащие Мезенско-Вычегодской синеклизе, и юго-западную часть полосы Канино-Тиманских дислокаций, в которой древние тектонические формы слабо отражены в современном рельефе.

Северная часть Притиманской области представляет собой полого наклоненную к морю низменность с абсолютными высотами водоразделов не более 60—80 м. Она сложена морскими и ледниково-морскими отложениями. В отдельных местах эти отложения образуют небольшие всхолмления, переработанные последующими эрозионными процессами. Относительная высота всхолмлений не превышает 20—40 м. На строение поверхности северной части Притиманской области оказывает влияние многолетняя мерзлота. Ее воздействие сказывается в развитии солифлюкционных форм микрорельефа и в широком распространении бугристых торфяников на водоразделах.

Остальная часть Притиманской области является аккумулятивной равниной с абсолютными высотами 130—180 м и только в отдельных пунктах иногда превышающими 200 м. Долины рек Притиманской равнины хорошо разработаны и имеют две или три эрозионно-аккумулятивные террасы, возвышающиеся над поверхностью поймы до 20—30 м и более. В местах пластовых выходов грунтовых вод на склонах долин иногда получают развитие оползневые формы рельефа. Чаще они приурочены к районам распространения юрских и меловых отложений, но нередко наблюдаются и на крутых склонах, сложенных

ледниково-морскими, ледниковыми или озерно-аллювиальными образованиями, Неровность поверхности коренных пород сказывается в крупных формах рельефа, на направлениях долины больших рек (Вычегды, Сысолы, Мезени, Пезы), которые на отдельных участках, несомненно, имеют древнее заложение, и на конфигурации главных водоразделов, формировавшихся в доплейстоценовое время. Уточнение деталей погребенного рельефа Мезенско-Вычегодской равнины может представлять большой интерес для выяснения гидрогеологических условий этой части региона, так как с древними понижениями здесь нередко связаны местонахождения песчано-гравийных отложений, заключающих крупные скопления пресных подземных вод. Долины большинства средних и мелких рек были сформированы позднее.

Канино-Тиманская область. Эта область выделяется по наличию в ней пологих возвышенностей, гряд и отдельных холмов, образованных выступами устойчивых к выветриванию коренных пород. Рельеф Канино-Тиманской области может быть отнесен к типу сглаженного денудационно-тектонического рельефа. Аккумулятивные формы пользуются ограниченным распространением.

На п-ове Канин крупной орографической единицей является хребет Пае, или Канинский Камень,— плоская возвышенность в северной части полуострова. Ее основание слагают метаморфические сланцы, на поверхности которых располагаются всхолмления, образованные песчано-глинистыми отложениями. С севера и юга к Канинскому Камню примыкают равнины, сложенные кайнозойскими морскими и ледниково-морскими отложениями.

Тиман принято делить на Северный, Средний и Южный. Плоские возвышенности Северного Тимана, такие как Тиманский Камень, Чайцинский Камень и Каменноугольная гряда, являются литоморфными. Они сложены коренными породами (песчаниками, базальтами, известняками). Отдельные холмы или принадлежат к литоморфным образованиям, или представляют собой формы ледниково-морской аккумуляции. Понижения в рельефе выполнены четвертичными отложениями. В прибрежных районах отмечается несколько уступов морских террас высотой до 150 м.

Средний Тиман условно ограничивается 66 и 64° с. ш. Наиболее крупной морфологической структурой Среднего Тимана является Четласский Камень — пологая возвышенность, образованная выступом метаморфизованных сланцев и кварцитов. Из других возвышенностей отчетливо выделяется Вымско-Вольская гряда метаморфических сланцев, протягивающаяся от Пижма-Вымского водораздела в юго-восточном направлении в пределы Южного Тимана. Остальные водоразделы Среднего Тимана представляют собой плоские или пологоволнистые поверхности с абсолютными высотами около 180—220 м. Южный Тиман орографически слабо выражен. К заметным возвышенностям относятся только Оч-Пармская и Джежим-Пармская. Они являются плосковершинными денудационно-тектоническими выступами, сложенными метаморфизованными толщами.

Прорезая устойчивые к выветриванию породы, реки Тимана текут в узких долинах с живописными ущельями. Значительная часть таких долин относится к эпигенетическим. На участках распространения четвертичных отложений реки имеют широкие долины и хорошо развитые аккумулятивные террасы.

Карстовые формы рельефа приурочены к районам развития карбонатных пород и гипсов. На Северном Тимане они распространены незначительно и представлены небольшими провальными воронками. Значительно шире карстовые формы развиты на Среднем Тимане, где

они были подробно описаны Э. А. Кальберг на склонах Четласского Камня, в районах распространения каменноугольных известняков и доломитов и карбонатных пород протерозоя. Среди притоков верховий Мезени и Печорской Пижмы много уходящих под землю речек (Тыт-Виска, Светлая, Устьяна и др.), провальных воронок, провальных озер, размером до 2 км в поперечнике (оз. Тыд-Вад) и различных по протяженности просадочных ложбин. Карст развит также в верховьях р. Выми, воды которой непосредственно ниже полосы метаморфических сланцев уходят в поноры.

Карст заметно отразился на рельефе района среднего течения р. Ворыквы, которая в засушливое время года на протяжении около 10 км течет под землей. Около этой реки и на ее водоразделе с р. Еловой пользуются широким распространением не зарастающие лесом сухие долины с плоским дном, которые местным населением называются «паунами». «Пауны» имеют просадочное происхождение и протягиваются в различных направлениях. По их дну иногда текут небольшие ручейки, исчезающие затем в понорах. При впадении в р. Ворыкву или в ее притоки эти ручейки приобретают наземное течение, а ширина «паунов» значительно увеличивается. На Южном Тимане провальные воронки и просадочные ложбины известны в области водораздела верхних течений рек Вычегды, Ижмы и Печоры, где они приурочены к районам неглубокого залегания девонских, каменноугольных и нижнепермских карбонатных пород.

Карстовые формы рельефа, связанные с выщелачиванием пермских гипсов и ангидритов, пользуются ограниченным распространением в верховьях р. Вычегды, в верхнем и среднем течении р. Выми, в районе д. Мыльской (бассейн р. Цильмы) и в некоторых других местах. В нижнем течении р. Сюзью и в районе прилегающего отрезка р. Ижмы известны провальные воронки, образовавшиеся за счет выщелачивания девонских гипсов.

Провальные воронки, похожие на карстовые, наблюдались Э. А. Кальберг в районах развития протерозойских сланцев в бассейне р. Печорской Пижмы, а А. А. Черновым (1926) — в области распространения девонских песчаников и глин в бассейне р. Цильмы. Оба автора связывают происхождение этих воронок с суффозионными процессами — выносом части мелкозема подземными водами и образованием вследствие этого просадочных понижений. При дальнейших исследованиях следует иметь в виду, что на Тимане встречаются формы рельефа, имитирующие карстовые. При этом необходимо выяснить, не связаны ли некоторые из «псевдокарстовых» воронок с карстовыми явлениями более глубоко залегающих и не видимых на поверхности карбонатных или гипсоносных толщ.

Печорская область. Эта область охватывает Печорскую синеклизу и равнинную часть Предуральского прогиба. Для нее характерно незначительное влияние рельефа коренных пород на современный рельеф. Печорская область представляет собой пологоволнистую аккумулятивную низменность, слабо расчлененную эрозионными процессами. Для удобства описания она делится на две части: северную, расположенную севернее широтного отрезка долины р. Печоры, и южную, охватывающую все остальные части области.

В прибрежной полосе северной части Печорской низменности повсеместно прослеживаются несколько террас высотой от 6—8 до 100 м и более над уровнем моря. Они сложены морскими и ледниково-морским отложениями. Четко выражены террасы высотой от 60 м и ниже. Их заболоченные поверхности, изобилующие озерами, очень ровные. Терраса с отметками в 80—100 м и выше лежащие выражены хуже и

имеют волнистые поверхности. В районах развития мерзлых пород рельеф осложнен термокарстовыми и солифлюкционными формами. В целом север Печорской области представляет собой волнистую поверхность с пологими грядами и холмами и средними высотами водоразделов в 150—200 м. Абсолютные отметки в 200 м и более встречаются как исключение. Вскхолмленные участки сложены среднечетвертичными, а на востоке — верхнечетвертичными ледниково-морскими отложениями. В Приуралье небольшое распространение получают пологие денудационные возвышенности, образованные выступами коренных пород.

Южная часть Печорской области несколько выше северной, но и здесь участки с высотами, близкими к 200 м, занимают небольшие площади. Около Урала отмечаются незначительные аккумулятивные всхолмления, напоминающие камы. В остальных местах поверхность водоразделов равнинна. В целом Южно-Печорская равнина мало отличается от равнины Южного Притиманья, и разграничение этих областей является условным.

Бурением установлено, что под покровом кайнозойских отложений в Печорской низменности погребена древняя гидрографическая сеть с относительной глубиной врезов долин до 150 м и более. Днища этих долин на севере расположены на отметках до минус 100—150 м ниже уровня моря. Возраст древней сети недостаточно выяснен. По аналогии с бассейном р. Волги, где время выработки погребенных долин датируется концом палеогена или миоценом, возраст погребенного рельефа в бассейне р. Печоры также должен считаться доплиоценовым. Современные долины крупных рек на большинстве участков унаследовали общие направления древних врезов, хотя в целом современная гидрографическая сеть Печорской низменности выработана в четвертичное время. Погребенные долины выполнены древнеаллювиальными песчано-гравийными отложениями, вмещающими крупные скопления пресных подземных вод.

Уральская область. Она охватывает западный склон водораздельного хребта и увалистую зону западных предгорий Урала. Восточный склон Урала лежит за пределами рассматриваемой территории.

Горный Урал сложен интенсивно дислоцированными протерозойскими и палеозойскими отложениями, прорванными разновозрастными интрузивами. После превращения геосинклинали в горную страну Урал испытывал несколько поднятий и опусканий, в результате чего был выработан современный литоморфный рельеф, характеризующийся наличием следов древних поверхностей выравнивания. Для Урала установлено три денудационных уровня на высотах 1100—1300, 700—850 и 250—350 м (Варсановьева, 1962). Орографически Урал делится на Северный, Приполярный и Полярный.

Северный Урал, занимающий пространство к югу от 64° с. ш., представляет собой среднегорную страну, сформировавшуюся в результате эрозионного расчленения второго денудационного уровня. Только отдельные вершины, достигающие высоты 1100—1300 м, являются останцами верхнего уровня. На рельеф Северного Урала оказали влияние древние гляциальные формы и процессы морозного выветривания.

Приполярный Урал, расположенный между 64° с. ш. и Полярным кругом, является наиболее возвышенным, и многие его вершины превышают 1500 м. В этом районе горный хребет достигает и наибольшей ширины. Резкая расчлененность рельефа и обилие свежих ледниковых форм (троговых долин, каров, карлингов) позволяют относить рельеф Приполярного Урала к типу высокогорного. Здесь сохранились много-

численные каровые ледники и снежники, играющие важную роль в питании подземных вод делювиальных отложений. Высокогорный Урал слагают наиболее устойчивые к выветриванию метаморфические породы и рвущие их гранитоиды. Среднегорный тип рельефа развит на склонах высокогорных массивов, разделенных продольными понижениями.

В районе Полярного Урала (от Полярного круга до Пай-Хоя) высоты хребта снова снижаются и редко превышают 1000 м. Однако вследствие интенсивности процессов морозного выветривания и большого количества хорошо сохранившихся ледниковых форм общий тип рельефа Полярного Урала ближе к высокогорному, чем к среднегорному.

Зона увалов западных предгорий Урала, получающая наибольшее развитие вдоль Северного Урала, по В. А. Варсановьевой (1961), представляет собой предгорный пенеплен с высотами 250—350 м над уровнем моря. Спокойный характер рельефа увалистой полосы обусловлен составом пород, принадлежащих к более легко разрушающимся разностям, и меньшей интенсивностью процессов тектогенеза.

Рельеф западных предгорий Урала во многих местах осложнен наличием карстовых форм, приуроченных к полосам карбонатных пород карбона, девона и силура. По данным Б. И. Гуслицера (1960), в Северном Приуралье преобладают мелкие формы карстового рельефа, главным образом небольшие воронки. Значительные по протяженности сухие лога встречаются редко. Севернее, в предгорьях Полярного и Приполярного Урала, где мощность покрова четвертичных отложений увеличивается, участки с карстовым рельефом занимают небольшие площади. Они известны на поднятии Чернова, гряде Чернышева и в ряде других мест.

Пайхойская область. К ней относится хребет Пай-Хой и примыкающая к нему с северо-востока Прикарская низменность. Пай-Хой представляет собой сильно выровненное денудационное тектоническое повышение в рельефе с абсолютными отметками наиболее приподнятых участков в 300—400 м. Поверхность хребта ровная или пологоволнистая, с небольшими грядами и холмами, сложенными коренными породами или представляющими собой формы ледниково-морской аккумуляции. Находки на Пай-Хое остатков четвертичной морской фауны на отметках до 300 м свидетельствуют о значительной амплитуде неотектонических движений в этом районе. Северо-западная оконечность Пай-Хоя орографически слабо выражена. Прикарская низменность представляет собой прибрежную равнину, сложенную ледниково-морскими отложениями. Ее высоты не превышают 100—150 м. Рельеф коренных пород в морфологии поверхности Прикарской низменности не получает отражения.

Часть вторая



ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

В основу гидрогеологического районирования рассматриваемой территории положен ее геоструктурный план, который в основном и определяет условия залегания и циркуляции подземных вод в горных породах дочетвертичного возраста. Физико-географическим условиям, в том числе многолетнемерзлой толще, осложнившей гидрогеологические условия крайней северо-восточной части территории, при районировании отводится подчиненная роль.

В настоящее время территорию СССР принято делить на артезианские бассейны, связанные преимущественно с платформенными структурами или с межгорными впадинами, и на бассейны трещинных вод кристаллических массивов и горноскладчатых сооружений. Наиболее крупной единицей гидрогеологического районирования является система бассейнов.

В разрезе артезианского бассейна, кроме подземных вод, приуроченных к четвертичным отложениям, преимущественное развитие имеют порово-пластовые и трещинно-пластовые скопления артезианских вод в осадочных отложениях и трещинно-жильные воды в породах фундамента. К верхней части разреза бассейна трещинных вод приурочены также воды, связанные с четвертичными осадками или покровом элювиально-делювиальных образований. Преимущественным развитием в бассейнах трещинных вод пользуются трещинные и трещинно-жильные воды, а пластовые скопления подземных вод имеют ограниченное распространение или отсутствуют.

Согласно схеме гидрогеологического районирования территории СССР, предложенной институтом ВСЕГИНГЕО, на Северо-Востоке Европейской части СССР выделены следующие гидрогеологические районы: Русская система артезианских бассейнов, занимающая обширную площадь Русской платформы к западу и юго-западу от Тимана; Печорская система артезианских бассейнов, заключенная между возвышенностями Тимана и Уралом, и Тимано-Уральская система бассейнов трещинных вод, охватывающая области горноскладчатых сооружений Тимана и Урала.

Принятая в настоящей работе схема гидрогеологического районирования в принципе соответствует схеме ВСЕГИНГЕО, но является более дробной. Кроме того, восточная часть Северо-Двинского артезианского бассейна, в пределах которого находится западная часть рассматриваемой территории, названа Мезенско-Вычегодским артезианским бассейном в контурах одноименного прогиба. В Печорской системе артезианских бассейнов выделено два бассейна первого порядка: Печорский и Печора-Предуральский. Урало-Тиманская система бассейнов трещинных вод разделена на три самостоятельных гидрогеологических района: Канино-Тиманский, Пайхойский и Северо-Уральский бассейны трещинных вод первого порядка. В пределы последнего входят Полярный Урал, Приполярный Урал и часть Северного Урала, ограниченная широтой Полюдова Камня.

Выделение в границах бассейнов первого порядка более мелких гидрогеологических районов (бассейнов второго и третьего порядка)

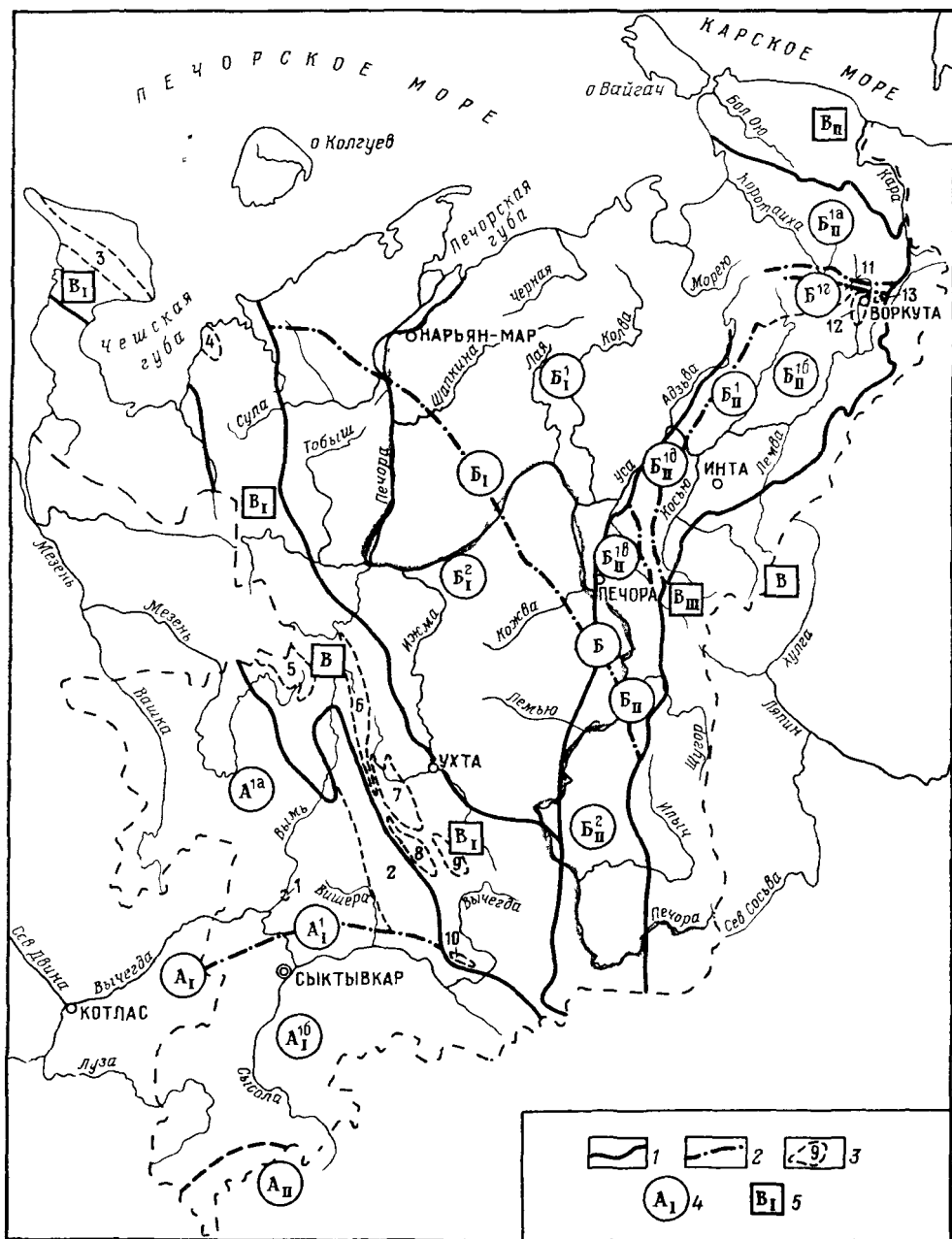


Рис 10. Схема гидрогеологического районирования территории Коми АССР и Ненецкого национального округа Архангельской области (составил И. А. Габович)

1 — границы между системами бассейнов, 2 — границы между бассейнами, 3 — контуры и номера суббассейнов, 4 — артезианские бассейны, 5 — бассейны трещинных вод

A — Русская система артезианских бассейнов, A_I — Северо-Двинский артезианский бассейн; A_I¹ — Мезенско-Вычегодский артезианский бассейн второго порядка делится на A_I^{1a} — Пеза-Мезенский и A_I^{1б} — Сысола-Вычегодский артезианские бассейны третьего порядка. В них выделены 1 — суббассейны трещинных вод Сереговской солянокупольной структуры и 2 — Вымысо-Нившерский артезианский суббассейн, A_{II} — Волго-Камский артезианский бассейн

B — Печорская система артезианских бассейнов, B_I — Печорский артезианский бассейн делится на B_I¹ — Большеземельский и B_I² — Ижма-Печорский бассейны второго порядка, B_{II} — Печора-Предуральский артезианский бассейн делится на B_{II}¹ — Усуйно-Коротанхинский и B_{II}² — Верхне-Печорский артезианские бассейны второго порядка. В Усуйно-Коротанхинском бассейне выделены

обосновано геоструктурным планом территории. Самой мелкой единицей в схеме районирования является суббассейн.

Дробность деления бассейнов первого порядка на более мелкие единицы во многом зависит от степени геологической и главным образом гидрогеологической изученности. Так, например, в Печора-Предуральском артезианском бассейне отчетливо выделяются бассейны второго и третьего порядков, в Печорском бассейне — только второго порядка, а в Канино-Тиманском бассейне трещинных вод — отдельные суббассейны (массивы) трещинных и артезианских вод.

Все выделенные и в дальнейшем с большей или меньшей детальностью охарактеризованные бассейны и суббассейны показаны на схеме районирования (рис. 10).

РУССКАЯ СИСТЕМА АРТЕЗИАНСКИХ БАССЕЙНОВ (А)

Северо-Двинский артезианский бассейн (A_I). Мезенско-Вычегодский артезианский бассейн (A_I^1) второго порядка выделен в контуре Мезенско-Вычегодской синеклизы и южной части Вымско-Нившерского прогиба. Западная граница бассейна расположена за пределами описываемой территории, в Архангельской области. На востоке бассейн граничит с Канино-Тиманским бассейном трещинных вод, а на юге — с Волго-Камским артезианским бассейном. От последнего его отделяет полоса возвышенностей Северных увалов, являющаяся водоразделом между бассейнами рек Северной Двины и Волги.

В соответствии с принятым геоструктурным районированием, Мезенско-Вычегодский бассейн делится на два артезианских бассейна третьего порядка: северный — Пеза-Мезенский (A_I^{1a}) и южный — Сысола-Вычегодский (A_I^{1b}). Граница между ними условная и проводится по оси Вычегодского поднятия.

Из более мелких гидрогеологических районов здесь необходимо выделить Вымско-Нившерский артезианский суббассейн, вдающийся узкой полосой в область Тимана и открытый в сторону Сысола-Вычегодского бассейна, а также структуру Сереговского соляного купола.

Волго-Камский артезианский бассейн (A_{II}) здесь не рассматривается, так как практически вся его площадь находится за пределами территории Коми АССР.

ПЕЧОРСКАЯ СИСТЕМА АРТЕЗИАНСКИХ БАССЕЙНОВ (Б)

Печорский артезианский бассейн (B_I). Этот бассейн выделен в границах Печорской синеклизы и на западе и юго-западе примыкает к Канино-Тиманскому бассейну трещинных вод. На востоке Печорский артезианский бассейн причленяется к Печора-Предуральскому артезианскому бассейну; граница между ними не везде отчетлива. На севере от побережья Хайпудырской губы она проведена по западному краю поднятия Гамбурцева, а затем проходит вдоль западной границы по-

B_{II}^{1a} — Коротанхинский, B_{II}^{1b} — Косью-Роговской, $B_{II}^{1в}$ — Большесынинский артезианские бассейны третьего порядка и бассейны трещинных вод третьего порядка $B_{II}^{1г}$ — поднятия Чернова и $B_{II}^{1д}$ — гряды Чернышева. К суббассейнам отнесены 11 — Воргашорский, 12 — Воркутский и 13 — Юньягинский

B — Урало-Тиманская система бассейнов трещинных вод. B_I — Канино-Тиманский бассейн; суббассейны трещинных вод: 3 — хребта Пае, 4 — Северо-Тиманского поднятия, 5 — поднятия Четласского камня, 6 — Вымско-Кедвinskого выступа, 8 — Оч-Пармского поднятия; 10 — Джежим-Пармского выступа. Артезианские суббассейны 7 — Тобьинский, 9 — верхне-Вычегодский B_{II} — Пай-хойский бассейн; B_{III} — Северо-Уральский бассейн

лосы дислокаций гряды Чернышева и в пределах узкой зоны примыкания к ней Кушшорского поднятия. Между р. Усой и г. Печорой граница идет в сложном по глубинному строению, плохо обнаженному и слабо изученному району сочленения поднятия Колвинской гряды со структурами Печора-Малоземельского вала. Здесь граница в значительной мере условна и проводится несколько западнее Большесынинской впадины, принадлежащей к структурам Предуральского прогиба. Южнее Печора-Малоземельского вала граница проходит по западному краю Воя-Соплесской антиклинали и далее на юг к месту стыка структур Предуральского прогиба и Юго-Восточного Тимана. Контур Печорского артезианского бассейна в его крайней южной части в целом близок к контуру площади развития осадков юрского возраста, а его юго-восточная граница примерно соответствует границе перехода отложений платформенного типа в отложения прогиба (по пермским образованиям).

Полосой дислокаций Печора-Малоземельского вала Печорский артезианский бассейн делится на два артезианских бассейна второго порядка: Большеземельский (B_1^1) и Ижма-Печорский (B_1^2).

Большеземельский артезианский бассейн занимает северо-восточную часть Печорской синеклизы, которая в нижних структурных ярусах имеет сложное строение. По данным геофизических исследований здесь установлено наличие двух систем поднятий, которые позволяют выделить на этой территории три впадины: Денисовскую, Колвинскую и Мореюскую. По условиям залегания триасовых и более древних отложений эти впадины могут рассматриваться как отдельные артезианские бассейны в досреднеюрской толще пород. В верхнем структурном ярусе, сложенном спокойно залегающими юрскими и меловыми отложениями, строение артезианского бассейна, по видимому, простое и достаточно однородное.

Характерной особенностью Большеземельского бассейна является большая мощность кайнозойских отложений и широкое распространение многолетнемерзлых толщ.

Ижма-Печорский артезианский бассейн занимает юго-западную часть Печорского бассейна, расположенную между Печора-Малоземельским валом и Тиманом. Внутреннее строение бассейна относительно простое. В палеозойских и триасовых отложениях, т. е. в среднем структурном ярусе, геофизическими и буровыми работами выявлено несколько сравнительно небольших антиклинальных структур, таких, как Лемъюская, Велью-Савиноборская, Тэбукская и др.; некоторые из них нефтеносны или газonosны. Гидрогеологические условия в этих структурах рассматриваются в разделе, посвященном водам нефтяных месторождений.

Отрицательные тектонические формы в пределах Ижма-Печорского бассейна значительно менее изучены и выделить среди них отдельные гидрогеологические районы пока не представляется возможным.

Печора-Предуральский артезианский бассейн (B_2). Печора-Предуральский артезианский бассейн делится также на два бассейна второго порядка. Его южная часть в контурах Верхне-Печорской впадины названа Верхне-Печорским артезианским бассейном (B_2^1), а северная, тектонически более сложно построенная, выделена в Усино-Коротайхинский артезианский бассейн (B_2^1). Граница между этими бассейнами проводится в зоне причленения дислокаций Печора-Малоземельского вала к складкам предгорий Урала. Для Усино-Коротайхинского артезианского бассейна характерно сложное тектоническое строение,

определившее многообразие геологических структур и связанных с ними определенных форм скоплений подземных вод — мелких артезианских бассейнов и бассейнов трещинных вод.

На западе бассейн обрамляется входящей в его пределы структурой гряды Чернышева. Сходная по строению с грядой Чернышева структура поднятия Чернова разграничивает два артезианских бассейна третьего порядка: Коротаихинский и Косью-Роговской, выделенные в контурах впадин того же названия.

В южной части Усино-Коротаихинского артезианского бассейна между Печора-Малоземельским валом и грядой Чернышева в пределах Большесынинской впадины выделен Большесынинский артезианский бассейн третьего порядка. Бассейны трещинных вод третьего порядка — гряды Чернышева и поднятия Чернова — оконтурены в границах одноименных тектонических структур.

В пределах Косью-Роговского артезианского бассейна заслуживают внимания мелкие гидрогеологические районы — артезианские суббассейны — Воргашорский, Воркутинский и Юньягинский.

Верхне-Печорский артезианский бассейн (B_{II}^2) по своему внутреннему строению относительно однороден, в связи с чем более мелкие гидрогеологические районы в его пределах не выделены.

УРАЛО-ТИМАНСКАЯ СИСТЕМА БАССЕЙНОВ ТРЕЩИННЫХ ВОД (В)

Канино-Тиманский бассейн трещинных вод (B_I). Этот бассейн выделен в пределах области развития Канино-Тиманских дислокаций. Он отделяет Русскую систему артезианских бассейнов от Печорской. Необходимо отметить, что Канино-Тиманский бассейн отнесен к типу трещинных с долей условности, так как в нем довольно широко развиты трещинно-пластовые скопления артезианских вод, приуроченные к осадочным толщам, выполняющим грабенообразные депрессии или крупные синклинали.

Граница Канино-Тиманского бассейна с Мезенско-Вычегодским артезианским бассейном на п-ове Канин не вполне ясна вследствие слабой изученности и плохой обнаженности этого района. Она условно проведена по юго-западному краю Шойненского Лудоватого хребта. На Тимане граница проходит по кромке полосы дислоцированных пермских отложений, фиксирующей границу между Мезенско-Вычегодской синеклизой и Тиманом. В средней части Тимана граница между этими двумя гидрогеологическими районами не везде совпадает с геоструктурной границей, так как расположенный в пределах Тимана Вымско-Нившерский прогиб открыт к югу и в гидрогеологическом отношении больше тяготеет к Мезенско-Вычегодскому артезианскому бассейну, чем к бассейну трещинных вод Тимана. Здесь граница между бассейнами образует крутой изгиб к северу.

Граница Канино-Тиманского бассейна с Печорским артезианским бассейном на Северном Тимане примерно совпадает с линией контакта нижнепермских и верхнепермских отложений, а южнее она проведена по западному контуру развития осадков мезозойского возраста. На юго-востоке граница Канино-Тиманского бассейна с Печора-Предуральским проведена по восточной кромке полосы распространения верхнепермских осадков, т. е. там, где начинается быстрое нарастание мощностей пермских отложений и их погружение в сторону Предуральского прогиба.

Из более мелких гидрогеологических районов в границах Канино-Тиманского бассейна выделяются несколько артезианских суббассейнов и суббассейнов (массивов) трещинных вод. К гидрогеологическим

структурам, классифицируемым как артезианские суббассейны, относятся Тобыцкий (Тобышский) и Верхне-Вычегодский. Кроме того, в пределах Канино-Гиманской структуры имеется еще несколько тектонических депрессий, которые, вероятно, также являются небольшими артезианскими бассейнами. На п-ове Канин к ним относится расположенная между хребтом Пае и Шойненским Лудоватым хребтом Надтей-Шойненская депрессия, выполненная пермскими и, по-видимому, триасовыми и юрскими отложениями, а на среднем Тимане — Светлинский грабен и пока еще гипотетический Косьминский прогиб, разделяющий поднятия Северного и Среднего Тимана. Эти структуры в гидрогеологическом отношении не изучены и в дальнейшем не рассматриваются.

Суббассейнами (массивами) трещинных вод на п-ове Канин являются структуры хребта Пае, а на Тимане — Северо-Тиманское поднятие, поднятие Четласского Камня с его продолжением — Обдырско-Чисвенским поднятием, Вымско-Кедвинский, Оч-Пармский и Джемжим-Пармский выступы метаморфических сланцев и другие более мелкие поднятия.

Пайхойский бассейн трещинных вод (В_{II}). Он выделен в границах Пайхойского антиклинория и примыкающей к нему с северо-востока Прикарской мегасинклинали. Прикарская мегасинклиналь осложнена несколькими крупными разрывами и складчатыми структурами более мелких порядков. На северо-востоке она срезается берегом Карского моря. Хотя синклиналь очень плохо изучена, имеющиеся материалы дают основание считать, что ее тектоническое строение достаточно сложное. Заключенные в ней подземные воды, по-видимому, относятся к трещинным. Принадлежность подземных вод сложно дислоцированного Пайхойского антиклинория к трещинному или трещинно-жильному типу не вызывает сомнения.

Северо-Уральский бассейн трещинных вод (В_{III}). В пределы описываемой территории входит только западная часть бассейна, ограниченная на востоке водоразделом Уральского хребта. Граница между Северо-Уральским и Печора-Предуральским бассейнами проводится по западному склону массива Енгана-Пэ и затем вдоль предгорий Урала у подножий хребта Западные Саледы. После пересечения стыка гряды Чернышева и Урала граница следует по западному краю полосы дислоцированных преимущественно девонских и каменноугольных отложений, контактирующих с терригенными осадками пермского возраста, которые выполняют краевой прогиб. Южная граница бассейна находится за пределами территории Коми АССР.

В пределах бассейна получают развитие многочисленные мелкие гидрогеологические районы — локальные массивы трещинных вод. Наиболее крупные из них могут быть выделены в границах горных массивов Енгана-Пэ, Манита-Нырда, Западных и Восточных Салед, Тельпос-Иза, Народо-Иттинского массива и разделяющих их межгорных понижений. В гидрогеологическом отношении они не изучены.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ВОДОВМЕЩАЮЩИХ ТОЛЩ

1. ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При расчленении разреза четвертичных и дочетвертичных отложений на водоносные горизонты, водоносные комплексы и толщи, которые вмещают воды спорадического распространения, мы в основном придерживались классификационных признаков, установленных для этих типов скоплений подземных вод М. Е. Альтовским (1960).

Водоносные горизонты выделяются преимущественно среди слабо-дислоцированных и ритмично переслаивающихся осадочных толщ, где водопроницаемые породы преобладают над относительно водоупорными. В дальнейшем изложении водоносным горизонтом будет называться толща, вмещающая один или несколько выдержанных по площади водоносных пластов или пропластков, в пределах которых подземные воды вследствие общности гидродинамических условий имеют единую уровенную поверхность.

Водоносным комплексом, в отличие от водоносного горизонта, будем именовать толщу, сложенную преимущественно водопроницаемыми породами, в разрезе которой в связи с изменчивостью литологического состава пород, сложностью тектонического строения или же по причине недостаточной гидрогеологической изученности отложений нельзя выделить отдельные водоносные горизонты. Общность гидродинамических условий в этой толще должна сохраняться.

Водами спорадического распространения названы подземные воды, встречающиеся среди толщ преимущественного развития относительно водоупорных пород. При неоднородности литологического состава отложений скопления подземных вод в таких толщах обычно приурочены к гидравлически несвязанным водоносным прослоям или линзам, не имеющим значительного площадного распространения. Общности гидродинамических условий между отдельными скоплениями подземных вод среди водоупорной толщ обычно не наблюдается.

Для удобства сопоставления сводных гидрогеологических разрезов отдельных бассейнов различные типы скоплений подземных вод объединяются в водоносные системы. Водоносная система, в нашем понимании, представляет собой группу единиц скоплений подземных вод (комплексов и горизонтов), характеризующихся общностью литологического состава водовмещающей среды и, следовательно, общим характером распределения подземных вод и сходными условиями их циркуляции. Так, например, рыхлые покровные отложения, вмещающие скопления поровых и пластово-поровых вод, объединены в четвертичную водоносную систему, а различно метаморфизованные толщ и магматические породы водоносной системы ордовика, кембрия и протерозоя Урала и Пай-Хоя содержат преимущественно трещинно-жильные воды.

На основании таких принципов выделения водоносных толщ мы разбиваем геологический разрез региона на пять водоносных систем, которые в свою очередь расчленяются на водоносные горизонты, водоносные комплексы и толщ с водами спорадического распространения (табл. 2).

Таблица 2

**Характер распространения скоплений подземных вод на крайнем Северо-Востоке
Европейской части СССР**

№ п/п	Наименование водоносных горизонтов, комплексов и толщ, вмещающих воды спорадического распространения	Стратиграфический индекс	Урало-Тиманская система бассейнов трещинных вод		Печорская система артезианских бассейнов		Русская система артезианских бассейнов
			Канно-Тиманский бассейн	Северо-Уральский и Пай-хойский бассейны	Печорский бассейн	Печора-Предуральский бассейн	Мезенско-Вычегодский бассейн

I. Водоносная система четвертичных отложений

1	Водоносный горизонт четвертичных элювиально-делювиальных отложений	eldQ	+	+	—	+	—
2	Водоносный горизонт современных—и верхнечетвертичных аллювиальных отложений	alQIII—IV	+	—	+	+	+
3	Водоносный комплекс современных—и верхнечетвертичных морских отложений	mQIII—IV	+	+	+	+	+
4	Водоносный комплекс верхне-среднечетвертичных озерно-аллювиальных и флювиогляциальных отложений	1al, fglQII—III	+	+	+	+	+
5	Воды спорадического распространения верхне-среднечетвертичных ледниковых и ледниково-морских отложений	gl, glm QII—III	+	+	+	+	+
6	Водоносный горизонт среднечетвертичных озерно-аллювиальных отложений	1alQII	+	—	—	—	+
7	Воды спорадического распространения среднечетвертичных-неогеновых морских отложений	mN—	—	—	+	+	+
8	Водоносный горизонт среднечетвертично-неогеновых озерно-аллювиальных отложений	—mQII 1alN— —QII	+	—	—	+	+

II. Водоносная система преимущественно терригенных мезозойских и пермских отложений

9	Водоносный горизонт отложений верхнего мела	Cr ₂	—	—	—	+	—
10	Воды спорадического распространения аптско-оксфордских отложений	J ₃ ox— —Cr ₁ ap	—	—	+	—	+
11	Водоносный комплекс келловейско-батских отложений	J ₂₋₃ bt— —cl	—	—	+	—	+
12	Водоносный комплекс отложений триаса	T	—	—	+	+	+
13	Водоносный комплекс отложений триаса и перми	P—T	—	—	—	+	—
14	Водоносный комплекс отложений верхней перми	P ₂	+	—	+	+	+
15	Водоносный комплекс отложений нижней перми	P ₁	—	—	—	+	—

Продолжение табл. 2

№ п/п	Наименование водоносных горизонтов, комплексов и толщ, вмещающих воды спорадического распространения	Стратиграфический индекс	Урало-Тиманская система бассейнов трещинных вод		Печорская система артезианских бассейнов		Русская система артезианских бассейнов
			Канино-Тиманский бассейн	Северо-Уральский и Пай-Хойский бассейны	Печорский бассейн	Печора-Предуральский бассейн	Мезенско-Вычегодский бассейн

III. Водоносная система преимущественно карбонатных отложений нижней перми, карбона, девона, силура и ордовика

16	Водоносный комплекс отложений нижней перми и карбона	C—P ₁	+	—	+	—	+
17	Водоносный комплекс отложений девона	D	+	—	+	—	+
18	Водоносный комплекс отложений карбона, девона и силура	S—C	—	+	—	+	—
19	Водоносный комплекс отложений силура — ордовика	O—S	+	—	+	—	—

IV. Водоносная система осадочных различно метаморфизованных платформенных отложений нижнего кембрия и протерозоя

20	Водоносный комплекс отложений нижнего кембрия и верхнего протерозоя	Pt ₃ —Cm ₁	—	—	—	—	+
21	Водоносный комплекс отложений протерозоя	Pt	+	—	+	—	—

V. Водоносная система преимущественно терригенных ордовикских и различно метаморфизованных осадочных и магматических отложений ордовика, кембрия и протерозоя Урала и Пай-Хоя

22	Водоносный комплекс отложений ордовика, кембрия и протерозоя	Pt—O	—	+	—	—	—
----	--	------	---	---	---	---	---

Примечание. Знак «+» указывает на присутствие, а знак «—» на отсутствие выделенных типов скоплений подземных вод в пределах крупных гидрогеологических районов

Для характеристики химического состава подземных вод по преобладанию в их солевом составе главных анионов они делятся на гидрокарбонатные (С), сульфатные (S) и хлоридные (Cl), а по преобладанию главных катионов — на кальциевые (Ca), магниевые (Mg) и натриевые (Na).

Более подробно состав подземных вод классифицируется по различным соотношениям в растворе преобладающих анионов и катионов с содержанием более 25%-экв. Применительно к классификации О. А. Алекаина (1953) разнообразные по химическому составу воды объединяются в шесть групп, характеристика которых приведена в табл. 3.

По степени минерализации воды подразделяются на пресные, солоноватые, соленые и рассольные. Среди пресных вод выделяют ультрапресные ($M=0,2$ г/л), пресные ($M=0,2—0,5$ г/л), включающие подгруппу маломинерализованных пресных ($M=0,5—1,0$ г/л). Градации степени минерализации солоноватых и соленых вод соответственно составляют 1—10 и 10—50 г/л. В группу рассольных входят слабые ($M=50—100$ г/л) и крепкие ($M=100$ г/л) рассолы.

Таблица 3

Характеристика вод различного химического состава

Состав подземных вод		Символы состава вод по классифи- кации С. А. Але- кина	№ групп
Анионный	Катионный		
Гидрокарбонатный (HCO_3^- ; HCO_3^- , SO_4^{2-} ; HCO_3^- ; Cl^-)	Кальциевый (Ca^{2+} ; Ca^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+) Магниевый (Mg^{2+} ; Mg^{2+} , Ca^{2+} ; Mg^{2+} , Na^+)	$\text{C}_{\text{I, II, III}}^{\text{Ca}}$ $\text{C}_{\text{I, II, III}}^{\text{Mg}}$	1
	Натриевый (Na^+ , Na^+ , Ca^{2+} ; Na^+ , Mg^{2+})	$\text{C}_{\text{I, II, III}}^{\text{Na}}$	2
Сульфатный (SO_4^{2-} ; SO_4^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} ; Cl^-)	Кальциевый (Ca^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} ; Ca^{2+} , Na^+)	$\text{S}_{\text{II, III}}^{\text{Ca}}$	3
	Натриевый (Na^+ , Na^+ , Ca^{2+} ; Na^+ , Mg^{2+})	$\text{S}_{\text{I, II}}^{\text{Na}}$	4
Хлоридный (Cl^- ; Cl^- , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-})	Кальциевый (Ca^{2+} ; Ca^{2+} , Mg^{2+} ; Ca^{2+} , Na^+) Магниевый (Mg^{2+} ; Mg^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+)	$\text{Cl}_{\text{III}}^{\text{Ca}}$ $\text{Cl}_{\text{III}}^{\text{Mg}}$	5
	Натриевый (Na^+ ; Na^+ , Ca^{2+})	$\text{Cl}_{\text{I, II, III}}^{\text{Na}}$	6

Рассмотрение гидрогеологических условий начинается с характеристики водоносности четвертичных отложений. В связи с тем, что пространственное размещение этих осадков почти не связывается с контурами геоструктурных элементов, в последующем изложении гидрогеологическая характеристика водовмещающих толщ четвертичной водоносной системы дается в целом по всей площади региона. Описание же водовмещающих толщ, выделенных в разрезе дочетвертичных отложений, площадное распространение и гидрогеологические условия которых тесно связаны с геоструктурными формами, производится раздельно по крупным гидрогеологическим районам.

2. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОВМЕЩАЮЩИХ ТОЛЩ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ И НЕОГЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Водоносный горизонт четвертичных элювиально-делювиальных отложений (eldQ)

Элювиально-делювиальные отложения, приуроченные к участкам поверхностного и относительно неглубокого залегания коренных пород, широко развиты в пределах Северо-Уральского и Пайхойского бассейнов трещинных вод, более ограничено — на площади Канино-Тиманского бассейна трещинных вод и занимают лишь небольшие участки в пределах Печора-Предуральского артезианского бассейна.

Отложения представлены песчано-глинистыми образованиями, с дресвой и щебнем подстилающих скальных пород или же крупноглыбовым делювием. Мощность отложений крайне изменчивая — от долей до нескольких метров, иногда десятков метров, причем наибольшие их мощности наблюдаются у подножий склонов

Воды элювиально-делювиальных отложений по условиям залегания и формирования являются типичными грунтовыми, тесно взаимосвязанными с водами верхней части разреза коренных пород.

Элювиально-делювиальные отложения, покрывающие наиболее высокие и хорошо дренируемые формы рельефа современной поверхности, практически безводны. Скопления подземных вод обычно приурочены к межгорным депрессиям, различным понижениям в рельефе и к нижней части склонов скальных массивов или холмов. С элювиально-делювиальными отложениями связаны выходы источников (42, 121, 123, 124, 158 — Канино-Тиманский бассейн и 69, 81, 137, 202 — Северо-Уральский бассейн). Расходы источников иногда достигают 3,0 л/сек. Воды — ультрапресные, гидрокарбонатно-кальциевого состава ($\text{С}_{\text{г}}$, II, III).

Условия распространения грунтовых вод элювиально-делювиальных отложений в области развития многолетнемерзлых толщ значительно ограничены.

Водоносный горизонт современных — верхнечетвертичных аллювиальных отложений (alQ_{III-IV})

Аллювиальные образования, слагающие пойму и первую надпойменную террасу, широко развиты на площади артезианских бассейнов и более ограничено в пределах бассейнов трещинных вод. Водовмещающие породы представлены песками разной крупности, чаще мелкозернистыми и иловатыми, среди которых встречаются прослои и линзы гравийно-галечных образований. Мощность аллювиальных отложений меняется от единиц до 15—20 м. Подземные воды современных и верхнечетвертичных аллювиальных осадков тесно связаны с поверхностными и являются грунтовыми. Уклон уровенных поверхностей в сторону рек незначительный. Рассматриваемый горизонт показан в масштабе карты лишь по долинам относительно крупных рек.

Аллювиальные отложения могут залегать на ледниковых образованиях и непосредственно на коренных породах. В долинах относительно крупных рек они нередко перекрывают более древние четвертичные и четвертично-неогеновые (доднепровские) озерно-аллювиальные образования. В этом случае подземные воды, приуроченные к разновозрастным аллювиальным отложениям, выполняющим современные и древние долины, образуют единый водоносный горизонт, мощность которого может достигать 40—50 м.

На площади Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна водоносность аллювиальных отложений, имеющих мощность до 10—12 м, изучена сравнительно слабо. Немногочисленные источники (250, 258), выходящие в основании надпойменных террас, имеют расходы 0,1—0,3 л/сек. Расходы колодцев (205) и скважин (269) составляют десятые доли литра в секунду. По солевому составу воды гидрокарбонатно-кальциевые ($\text{С}_{\text{гг}}^{\text{Ca}}$), а по степени минерализации — пресные ($M=0,3—0,5 \text{ г/л}$).

В пределах Канино-Тиманского бассейна трещинных вод аллювиальные современные и верхнечетвертичные образования пользуются ограниченным развитием и относительно широко распространены лишь в южной его части. Мощность отложений не превышает 6—8 м. К этим осадкам приурочены безнапорные воды, которые выходят по долинам рек (источник 244), а также вскрываются колодцами (187, 219) и скважинами (243, 252). В зависимости от высотного положения устьев выработок подземные воды встречаются на глубине 1—10 м. Расходы источников, колодцев и скважин определяются в 0,5—

2,0 л/сек. По степени минерализации воды чаще всего пресные ($M=0,3-0,5$ г/л). Их солевой состав — гидрокарбонатно-кальциевый ($Ca_{I, II}$).

На площади Печорского артезианского бассейна современный и верхнечетвертичный аллювий широко развит в долинах рек Печоры, Усы и Ижмы. В среднем течении р. Печоры эти отложения, имеющие мощность до 15—20 м, представлены разнозернистыми песками, сменяющимися на глубину песчано-гравийными образованиями. В нижнем же течении реки аллювий сложен мелкозернистыми песками, мощность которых достигает 20—25 м.

Грунтовые воды рассматриваемых отложений питают ряд источников (48, 50, 58, 59, 126, 160, 163, 165). Они были также встречены колодцами (49, 51, 55, 125) и скважинами (52, 60, 98, 101, 127, 138; 144; 145, 156, 191) на глубине 2—7 м. Расходы источников и скважин в долинах мелких рек не превышают десятых долей литра в секунду. Водоносность аллювиальных отложений в пределах долины р. Печоры относительно высокая и характеризуется расходами скважин более 1—2 л/сек; удельная производительность скважин при понижении на 1—3 м колеблется в пределах 0,4—0,8 л/сек. Подземные воды, имеющие обычно гидрокарбонатно-кальциевый состав ($Ca_{I, II, III}$), преимущественно ультрапресные, реже пресные ($M=0,1-0,4$ г/л).

На площади Печора-Предуральского артезианского бассейна современные и верхнечетвертичные аллювиальные осадки широко развиты в долинах крупных рек. Мощность отложений в верховьях р. Печоры не превышает нескольких метров, а в среднем ее течении, близ г. Печоры, увеличивается до 15—20 м. Верхняя часть этих отложений в районе г. Печоры сложена мелко- и среднезернистыми песками мощностью 4—8 м, которые подстилаются крупнозернистыми песками с гравием, переходящими книзу в гравийно-галечные образования.

В районе г. Печоры водоносность аллювиальных отложений значительная. Лебиты шахтных колодцев при понижении уровня на 5—6 м достигают 20—30 л/сек. Водоносность этих отложений на остальной площади бассейна несколько меньшая и характеризуется удельной производительностью скважин около 0,2—0,5 л/сек. Расходы немногочисленных источников (111, 171, 174, 199), питающихся водами аллювиальных отложений, определяются десятками долями литра в секунду. По степени минерализации воды ультрапресные и пресные ($M=0,1-0,4$ г/л), а по солевому составу — гидрокарбонатно-кальциевые ($Ca_{II, III}$). Содержание железа в подземных водах может достигать 0,02 г/л.

Водоносный комплекс современных — верхнечетвертичных морских отложений (mQ_{III-IV})

Этот комплекс выделен в северной части рассматриваемой территории. Современные морские отложения (mQ_{IV}) — суглинки и супеси — получают развитие преимущественно в приустьевых частях рек, впадающих в море. Мощность осадков не превышает нескольких метров. Более древние верхнечетвертичные морские образования (mQ_{III}) — пески, супеси, реже суглинки — развиты полосой различной ширины вдоль побережья моря. Их мощность колеблется от единиц до 10—20 м и реже достигает 40—50 м.

Большая часть площади распространения современных — верхнечетвертичных морских отложений к западу от р. Печоры находится в области островного развития многолетнемерзлых пород, а к востоку

от нее — в области их преимущественно сплошного развития. Широкое распространение мерзлых пород ограничивает наличие среди этих отложений выдержанных по площади скоплений подземных вод в жидкой фазе. На участках распространения таликов породы комплекса вмещают порово-пластовые скопления преимущественно грунтовых вод.

На площади Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна водоносность отложений незначительная, что подтверждается расходами источников (15, 21—23, 25—27, 30) и колодцев (13, 19, 20, 24, 31), притоки из которых обычно не превышают 0,1—0,2 л/сек. Солевой состав вод гидрокарбонатный кальциевый ($\text{Cl}_{\text{I,II}}^{\text{Ca}}$), реже магниевый ($\text{Cl}_{\text{II}}^{\text{Mg}}$) или натриевый ($\text{Cl}_{\text{I}}^{\text{Na}}$). Близ морского побережья встречаются хлоридно-натриевые ($\text{Cl}_{\text{I}}^{\text{Na}}$) воды, которые по степени минерализации преимущественно пресные ($M=0,2\text{—}0,6$ г/л), реже солоноватые ($M=1,1\text{—}2,8$ г/л).

В пределах Канино-Тиманского бассейна трещинных вод водоносность морских отложений характеризуют расходы источников (2, 5, 7, 11, 14, 28, 29, 34, 39, 40) и колодцев (6, 8, 12), которые обычно менее 0,4—0,5 л/сек. Солевой состав вод преимущественно гидрокарбонатный кальциевый ($\text{Cl}_{\text{I,II}}^{\text{Ca}}$), реже натриевый ($\text{Cl}_{\text{I,II}}^{\text{Na}}$). Встречаются воды хлоридного натриевого ($\text{Cl}_{\text{II,III}}^{\text{Na}}$) и магниевое ($\text{Cl}_{\text{III}}^{\text{Mg}}$) состава. Степень минерализации подземных вод, в формировании которых вблизи побережья принимают участие морские воды, различная — от 0,2 до 0,7 г/л.

Водоносность отложений комплекса на площади Печорского артезианского бассейна незначительная. Расходы источников (33, 38, 47, 53, 54, 56, 61), колодцев (44, 46, 62) и скважин (45) обычно около 0,1 л/сек и редко достигают 0,2 л/сек. Солевой состав подземных вод, ультрапресных по минерализации, гидрокарбонатный кальциевый ($\text{Cl}_{\text{I}}^{\text{Ca}}$), магниевый ($\text{Cl}_{\text{II,III}}^{\text{Mg}}$), реже натриевый ($\text{Cl}_{\text{I}}^{\text{Na}}$). У морского побережья встречаются ультрапресные воды хлоридного натриевого ($\text{Cl}_{\text{I}}^{\text{Na}}$) и кальциевого ($\text{Cl}_{\text{III}}^{\text{Ca}}$) состава (колодец 44 и скв. 45).

В пределах Печора-Предуралья артезианского бассейна и Пайхойской бассейна трещинных вод, где морские отложения находятся в области преимущественно сплошного развития мерзлых толщ, горизонты грунтовых вод не получают большого площадного распространения. К верхней части разреза морских отложений обычно приурочены лишь надмерзлотные воды сезонно-талого слоя.

Водоносный комплекс верхне-среднечетвертичных озерно-аллювиальных и флювиогляциальных отложений (IaI, fglQ_{II-III})

Флювиогляциальные и озерно-аллювиальные отложения повсеместно представлены разнозернистыми песками с подчиненными прослоями супесей и суглинков, реже валуно-галечными образованиями. Мощность осадков изменяется в пределах 10—30 м. Отложения залегают преимущественно на среднечетвертичных ледниковых и ледниково-морских образованиях.

Наиболее водоносна нижняя часть толщи. Подземные воды обычно грунтовые, реже с небольшим напором. Различный генезис и возраст отложений практически не отражаются на характере распределения подземных вод в разрезе и по площади. Можно лишь отметить, что несколько большей водоносностью отличаются флювиогляциальные осадки.

В Мезенско-Вычегодском артезианском бассейне породы этого комплекса наиболее широко развиты в его южной части, где они покрывают обширные водораздельные пространства, а также слагают вторые и более высокие речные террасы. В северной части бассейна они приурочены преимущественно к склонам речных долин.

Породы комплекса содержат грунтовые воды, встреченные колодцами (268, 272, 276, 277) и скважинами (182, 238, 267) на глубине от 2 до 14 м. Из этих отложений наблюдаются также выходы источников (122, 178, 183, 248, 249, 266). Расходы источников изменяются от 0,2 до 2,0 л/сек, а колодцев и скважин — не превышают 0,1—0,3 л/сек. Солевой состав подземных вод, имеющих минерализацию в среднем 0,2—0,4 г/л, преимущественно гидрокарбонатно-кальциевый ($\text{C}_{\text{I}}^{\text{Ca}}$ III).

В пределах Канино-Тиманского бассейна трещинных вод верхне-среднечетвертичные флювиогляциальные и озерно-аллювиальные отложения пользуются широким развитием в южной его части. Мощность осадков изменяется в пределах 10—30 м.

Водоносность флювиогляциальных и озерно-аллювиальных осадков характеризуется расходами источников (119, 120, 177, 216, 220, 229, 230, 242, 245, 251, 253, 254, 261, 262), которые чаще изменяются в пределах 0,5—1,0 л/сек. Солевой состав подземных вод обычно гидрокарбонатный кальциевый ($\text{C}_{\text{I}}^{\text{Ca}}$ II III), реже натриевый ($\text{C}_{\text{I}}^{\text{Na}}$). По степени минерализации воды преимущественно ультрапресные и пресные ($M=0,1—0,3$ г/л).

В пределах Печорского артезианского бассейна флювиогляциальные и озерно-аллювиальные осадки верхнечетвертичного возраста участвуют в строении речных долин и выполняют отдельные понижения в рельефе водоразделов. Эти отложения покрывают также обширные пространства междуречья Печоры и Ижмы. Мощность пород комплекса изменяется в пределах 10—30 м.

С рассматриваемыми отложениями связаны выходы многочисленных источников (57, 85, 95, 96, 99, 103, 106, 107, 140, 143, 148, 150, 153, 159, 161, 162, 164, 166, 169, 184, 185, 190) с расходами от 0,1 до 0,5 л/сек. Колодцами (141, 146, 147, 149, 151) и скважинами (100, 128, 142, 152) скопления грунтовых вод встречены на глубине до 7 м. Расходы колодцев не превышают 0,2 л/сек, а скважин при понижении уровня на 2—3 м достигают 1,0—1,1 л/сек. Солевой состав подземных вод, ультрапресных и пресных по степени минерализации ($M=0,1—0,4$ г/л), преимущественно гидрокарбонатный кальциевый ($\text{C}_{\text{I}}^{\text{Ca}}$ II, III), реже натриевый ($\text{C}_{\text{I}}^{\text{Na}}$).

Отложения комплекса мощностью от нескольких до 20—25 м широко развиты на юге Печора-Предуральского артезианского бассейна и более ограниченно — в северной его части. К породам комплекса приурочены порово-пластовые, преимущественно безнапорные скопления подземных вод, многочисленные выходы которых (источники 64, 65, 67, 72, 73, 77, 84, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 108, 110, 112—114, 116—118, 130—134, 198, 217, 223, 231, 256, 259, 263, 264) наблюдаются на склонах долин. Расходы источников преимущественно определяются десятками долями литра в секунду и реже достигают 1—3 л/сек. Колодцами (63, 157, 170, 172, 222) и скважинами (89, 94, 173, 192, 194, 200, 225—228, 255) водоносные породы встречены преимущественно вне области развития многолетней мерзлоты на глубинах от 0 до 11 м. Расходы скважин обычно не превышают десятых долей литра в секунду и редко достигают 1,5—2,0 л/сек, тогда как удельные их производительности колеблются в пределах 0,04—0,12 л/сек и лишь в отдельных случаях определяются в 0,8—1,0 л/сек. По степени минерали-

зации ($M=0,1-0,3$ г/л) воды ультрапресные, реже пресные. Их солевой состав преимущественно гидрокарбонатно-кальциевый ($С_{II, III}^{Ca}$).

В пределах предгорной равнины на склоне Северного Урала водовмещающие породы комплекса представлены флювиогляциальными и перигляциальными песками, супесями и галечниками. О мощности осадков сведения отсутствуют. Водоносность отложений почти не охарактеризована. На площади развития пород комплекса наблюдаются источники (155, 196, 201) с расходами от десятых долей до $3-4$ л/сек. Воды пресные, гидрокарбонатно-кальциевого ($С_{I}^{Ca}$) состава.

**Воды спорадического распространения
в верхне-среднечетвертичных ледниковых
и ледниково-морских отложениях ($(gl, glmQ_{II-III})$
и водоносный горизонт среднечетвертичных озерно-аллювиальных
отложений ($lalQ_{II}$)**

Комплекс пород, вмещающий воды спорадического распространения, объединяет разновозрастные, но близкие по литологическому составу ледниковые (glQ_{IIms} и $glQ_{II dn}$) и ледниково-морские ($glmQ_{II-III}$, $glmQ_{II}$) образования и прерывистый по распространению горизонт озерно-аллювиальных отложений одицовского межледниковья ($lalQ_{II od}$). Водовмещающими породами являются песчаные и песчано-гравийные прослои и линзы, заключенные в толщах пород глинистого или алевроито-глинистого состава.

На севере Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна водоносность комплекса охарактеризована только отдельными источниками (16—18), имеющими расходы от 0,1 до 1,0 л/сек. Источники связаны с ледниково-морскими отложениями и приурочены к выходам песчано-гравийных прослоев и линз. По степени минерализации ($M=0,1-1,0$ г/л) воды пресные. Их солевой состав гидрокарбонатный кальциевый ($С_{II}^{Ca}$), натриевый ($С_{I}^{Na}$) или хлоридно-магниевый ($С_{III}^{Mg}$).

На юге бассейна в отложениях московского и днепровского оледенений песчаные или гравийно-галечные прослои и линзы, вмещающие чаще всего напорные воды, встречены скважинами (203, 206—208, 239, 274) на глубинах от 8 до 32 м. Высоты напоров достигают 17—21 м. Расходы скважин при понижениях уровней до 10—20 м определялись в 0,07—0,58 л/сек. Удельные расходы отдельных скважин достигали 0,03—0,05 л/сек. По солевому составу подземные воды являются гидрокарбонатными кальциевыми ($С_{II, III}^{Ca}$) или магниевыми ($С_{II}^{Mg}$), а по степени минерализации ($M=0,3-0,4$ г/л) — пресными.

В пределах Канино-Тиманского бассейна трещинных вод среднечетвертичные ($glmQ_{II}$) и тесно связанные с ними средне-верхнечетвертичные ($glmQ_{II-III}$) ледниково-морские отложения, представленные валунными суглинками с линзами песчано-гравийного материала, развиты на п-ове Канин и на Северном Тимане. На остальной площади бассейна породы комплекса представлены моренами московского и днепровского оледенений (glQ_{IIms} и $glQ_{II dn}$), перекрытыми на юге флювиогляциальными и озерно-аллювиальными образованиями. Мощность московской морены изменяется от 2—5 до 15—20 м, а днепровской — достигает 30—40 м. Днепровская морена непосредственно подстилает морену московского оледенения, но иногда отделена от последней песками или глинами одицовского межледниковья. Обе морены сложены в основном валунными суглинками с линзами песчано-гравийных отложений.

Из отложений комплекса наблюдаются выходы источников (1, 4, 9, 10, 37, 41, 43, 176, 179, 180), имеющих расходы порядка 0,1—0,2 л/сек и реже 0,6—0,8 л/сек. Расходы же колодцев (3) и скважин (188, 218),

пройденных в этих отложениях, ничтожные. По солевому составу подземные воды обычно гидрокарбонатные кальциевые ($\text{C}_{\text{I, II, III}}^{\text{Ca}}$), реже натриевые ($\text{C}_{\text{I}}^{\text{Na}}$) или магниевые ($\text{C}_{\text{III}}^{\text{Mg}}$), а по степени минерализации — преимущественно пресные ($M=0,1-0,5 \text{ г/л}$).

На площади Печорского артезианского бассейна толщи ледниковых и ледниково-морских осадков, вмещающие спорадические скопления подземных вод, в гидрогеологическом отношении изучены слабо. Многие источники в области развития моренных отложений (32, 35, 36, 97, 102, 105, 139, 189), по-видимому, питаются за счет скоплений вод типа верховодки и не могут характеризовать водоносность пород на большую глубину.

При проходке большинства скважин заметных водопоявлений из среднечетвертичных осадков отмечено не было. Расходы же скважин (167, 168), встретивших водоносные гравийно-галечные отложения, при понижениях уровня на 2—3 м достигали 0,4—0,7 л/сек. По степени минерализации ($M=0,1-0,4 \text{ г/л}$) подземные воды ультрапресные и пресные. Их солевой состав гидрокарбонатный кальциевый ($\text{C}_{\text{I, II}}^{\text{Ca}}$) или натриевый ($\text{C}_{\text{I}}^{\text{Na}}$).

В пределах Печора-Предуральского бассейна из ледниковых и ледниково-морских верхне-среднечетвертичных отложений наблюдались источники (66, 68, 70, 71, 74, 78, 79, 109, 115, 129, 135, 154, 193), которые, по-видимому, связаны с сезонными скоплениями грунтовых вод типа верховодки. Расходы источников не превышают 0,1—0,3 л/сек. Анионный состав вод источников преимущественно гидрокарбонатный, а катионный — кальциевый ($\text{C}_{\text{I, II, III}}^{\text{Ca}}$) и магниевый ($\text{C}_{\text{I, II, III}}^{\text{Mg}}$). По степени минерализации ($M=0,1-0,5 \text{ г/л}$) воды ультрапресные, реже пресные.

На площади Пайхойского и Северо-Уральского бассейнов трещинных вод верхне-среднечетвертичные ледниковые и ледниково-морские осадки сложены валунными суглинками и супесями мощностью от 1—3 до 15—20 м. Водоносность отложений не изучена. Расходы нескольких источников (75, 136, 195), связанных с этими осадками, не превышают 0,1—0,3 л/сек. Воды пресные, гидрокарбонатно-кальциевого ($\text{C}_{\text{II}}^{\text{Ca}}$) или гидрокарбонатно-магниевого ($\text{C}_{\text{I}}^{\text{Mg}}$) состава.

Водоносный горизонт, приуроченный к среднечетвертичным озерно-аллювиальным отложениям одинцовского межледниковья (IaIQпсс), пользуется ограниченным распространением на юге Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна и, вероятно, в некоторых местах южной части Канино-Тиманского бассейна трещинных вод.

В Мезенско-Вычегодском бассейне отложения одинцовского времени, сложенные песками, супесями и ленточными глинами, распространены в пределах Сысола-Вычегодского бассейна. Эти образования, залегающие между осадками московской и днепровской морен и имеющие прерывистое распространение, по площади не оконтурены. Их мощность иногда достигает 15—20 м. Скважинами (181, 209, 273, 275) одинцовские отложения, вмещающие обычно напорные порово-пластовые воды, встречены на глубинах от 13 до 37 м. Величины напоров — от единиц до 17—22 м. Дебиты скважин при понижениях уровней на 2—4 м чаще всего достигают 1,0—1,4 л/сек, причем удельные расходы скважин зачастую определяются в 0,3—0,6 л/сек. Солевой состав подземных вод, пресных по степени минерализации ($M=0,2-0,4 \text{ г/л}$), гидрокарбонатно-кальциевый ($\text{C}_{\text{I, III}}^{\text{Ca}}$).

В Канино-Тиманском бассейне трещинных вод озерно-аллювиальные отложения одинцовского межледниковья известны в южной части бассейна, где они также представлены песками, супесями и ленточными

глинами, имеющими прерывистое распространение. Площадное распространение осадков не выяснено, и сведения о водоносности отложений отсутствуют. Водоносный горизонт, приуроченный к толще одицовских осадков, вероятно, аналогичен таковому на сопредельных площадях. Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна, где водоносность этих отложений характеризуется удельными расходами скважин в широких пределах — от 0,01 до 0,5 л/сек.

Воды спорадического распространения среднечетвертичных неогеновых морских отложений ($mN - Q_{II}$)

Эта более древняя, чем описанная выше, толща пород, вмещающая воды спорадического распространения, выделяется на севере Мезенско-Вычегодского, Печорского и Печора-Предуральского артезианских бассейнов.

Среднечетвертичные морские отложения (mQ_{II}) обычно залегают под ледниково-морскими осадками среднечетвертичного возраста. Мощность отложений, представленных песками с гравием и галькой, реже суглинками и супесями, определяется в 10—30 м. На севере Печорского бассейна они выделяются под названием падимейской свиты. Слагающие нижнюю часть разреза кайнозоя неоген-нижнечетвертичные морские и ледниково-морские отложения ($mN - Q_I$) — суглинки и супеси с прослоями песков — почти повсеместно расположены ниже современного эрозионного вреза речной сети. Мощность отложений в центральной части Большеземельского артезианского бассейна на участках, где поверхность коренных пород залегает на относительно большой глубине, достигает 150 м, но в среднем определяется в 40—60 м.

Морские осадки среднечетвертичного возраста иногда вмещают порово-пластовые скопления напорных вод, встреченные отдельными скважинами (76, 82, 83) на глубинах от 9 до 32 м. Расходы фонтанирующих скважин (76, 82), встретивших воду в песчано-гравийных отложениях, залегающих в нижней части разреза четвертичных образований, достигают 10—12 л/сек. По степени минерализации ($M=0,1—0,4$ г/л) воды ультрапресные и пресные. Их солевой состав разнообразный — гидрокарбонатный кальциевый (Cl^{Ca}), магниевый (Cl^{Mg}) и натриевый (Cl^{Na}).

Отложения неоген-нижнечетвертичного возраста в гидрогеологическом отношении изучены крайне слабо. К нижней части их разреза, где более широко развиты песчаные образования, зачастую приурочены скопления поровых вод, которые, по-видимому, образовались за счет поступления подземных вод из подстилающих эти осадки коренных пород. Такие скопления пресных подземных вод гидрокарбонатно-натриевого (Cl^{Na}) состава были встречены в разрезе скважины 104 с глубины 64 м. Ее расход при понижении уровня на 18,6 м определен в 20,6 л/сек.

Водоносный горизонт среднечетвертичных- неогеновых (доднепровских) озерно-аллювиальных отложений ($laI N - Q_{II}$)

Водоносный горизонт, приуроченный к континентальным среднечетвертичным — неогеновым (доднепровским) осадкам, представлен преимущественно песками, реже песчано-гравийно-галечными отложениями, развит на юге Мезенско-Вычегодского и Печора-Предуральского артезианских бассейнов и Канино-Тиманского бассейна трещинных вод. Озерно-аллювиальные отложения залегают на породах дочетвертичного возраста и обычно перекрыты ледниковыми образованиями. Мощность отложений в среднем составляет 20—30 м.

В Мезенско-Вычегодском бассейне приуроченные к озерно-аллювиальным отложениям напорные воды встречены многими скважинами (204, 210, 211, 214, 232—236, 237, 240, 241, 257, 260, 270, 271, 278—280) в диапазоне глубин от 20—30 до 60—70 м. Отложения вмещают напорные воды. Величины напоров, в зависимости от глубины залегания кровли водоносных пород, изменяются от 10 до 30 м. Расходы большинства скважин при понижениях уровня на 1—5 м определяются в 1,0—2,5 л/сек, однако их удельная производительность варьирует в широких пределах. Например, удельные расходы ряда скважин при понижениях уровня на 4—8 м равнялись 0,1 л/сек, а некоторых скважин при понижениях уровня на 1—2 м достигали 0,6—1,3 л/сек. По степени минерализации ($M=0,2-0,5$ г/л) подземные воды пресные. Их солевой состав преимущественно гидрокарбонатный кальциевый ($С_{I,II}Ca$), реже натриевый ($С_{I}Na$).

Древнеаллювиальные и озерно-аллювиальные пески и супеси этого же возраста ограничено развиты в южной части Канино-Тиманского бассейна трещинных вод и Печора-Предуральяского артезианского бассейна. На площади этих бассейнов они сохранились лишь в понижениях рельефа коренных пород и обычно выполняют древние долины рек. Мощность осадков может достигать 10—20 м.

Отложения этого возраста, по-видимому, встречены здесь несколькими скважинами (221, 224, 247) на глубинах от 10 до 50 м. Расходы скважин различные: от 0,9 до 5,0 л/сек. Солевой состав подземных вод гидрокарбонатный кальциевый ($С_{I,II}Ca$) или натриевый ($С_{I}Na$). По степени минерализации ($M=0,5-0,8$ г/л) воды пресные.

Приуроченные к отложениям неоген-четвертичного и четвертичного возраста подземные воды широко используются в качестве источников водоснабжения.

Наиболее перспективны для этих целей следующие водоносные горизонты:

1. Водоносный горизонт среднечетвертичных — неогеновых озерно-аллювиальных отложений. Воды хорошего качества. Может быть рекомендован для целей водоснабжения крупных населенных пунктов и промышленных предприятий.

2. Водоносный горизонт среднечетвертичных озерно-аллювиальных отложений. Воды хорошего качества; за счет них возможна организация водоснабжения отдельных поселков и мелких промышленных предприятий.

3. Водоносный горизонт современных — верхнечетвертичных аллювиальных отложений. Санитарное состояние подземных вод не всегда удовлетворительное. Воды часто содержат железо в количестве, превышающем нормы. Они пригодны для организации водоснабжения даже крупных населенных пунктов и промышленных предприятий при условии строительства очистных сооружений.

3. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОВМЕЩАЮЩИХ ТОЛЩ ДОЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Канино-Тиманский бассейн трещинных вод

Многочисленные положительные структурные формы (горсты, блоковые поднятия и некоторые антиклинали) области Канино-Тиманских дислокаций являются районами скопления главным образом трещинных вод и могут классифицироваться как бассейны (массивы) трещинных вод. С осадочными отложениями отрицательных тектонических форм связаны преимущественно пластовые скопления напорных вод, характерные для артезианских бассейнов. Многообразие структурных

форм Канино-Тиманского бассейна трещинных вод создает большую пестроту гидрогеологической обстановки. На небольших площадях нередко можно наблюдать, как одна и та же толща пород, в зависимости от ее структурного положения, вмещает различные по химическому составу, характеру циркуляции и гидродинамическим условиям скопления подземных вод.

Гидрогеологическая изученность бассейна, особенно севернее широты г. Ухты, слабая. В его границах выделено пять водоносных комплексов, из которых наибольшим распространением пользуются нижнепермско-каменноугольный, девонский и протерозойский.

Водоносный комплекс отложений верхней перми. На площади бассейна отложения этого возраста сохранились только по его периферии и отдельными участками в ядрах синклинальных структур. Среди последних наибольшее развитие они получают в границах Тобысского и Верхне-Вычегодского артезианских суббассейнов.

Верхнепермские осадки представлены песчаниками, аргиллитами, алевролитами, известняками и мергелями. О водоносности пород сведения отрывочны. И. К. Полетаев (1965) указывает, что при бурении скважин на площади Тобысского артезианского суббассейна водопроявления из отложений верхней перми были отмечены на глубине 50—60 м, но они остались неизученными. Отложения комплекса, имеющие сравнительно небольшую мощность (200—300 м), предположительно вмещают трещинно-пластовые скопления пресных подземных вод. Водоносность пород, по-видимому, ограниченная и по аналогии с одновозрастными образованиями, широко развитыми за пределами бассейна, может характеризоваться удельными расходами скважин, не превышающими первых десятых долей литра в секунду.

Водоносный комплекс отложений нижней перми и карбона. Этот комплекс наиболее широко развит в южной части бассейна.

На Юго-Восточном Тимане кунгурский ярус представлен галогенными породами, а артинский — терригенно-карбонатными. Нижняя часть разреза нижнепермских осадков (сакмарский и ассельский ярусы) сложена известняками и доломитами с прослоями ангидритов, иногда глин. Мощность отложений нижней перми определяется в 300—350 м. В сложении осадков верхнего отдела каменноугольной системы, мощность которых изменяется в пределах 70—150 м, принимают участие известняки и доломиты, которые иногда содержат маломощные прослои глин. Разрез среднего отдела карбона мощностью от 120 до 290 м представлен известняками и доломитизированными известняками, среди которых встречаются прослои глин и алевролитов. На Северном Тимане мощность отложений среднего отдела не превышает 50 м. Разрез нижнего отдела каменноугольной системы сложен доломитами и доломитизированными известняками, подстилаемыми пачкой глин, алевролитов и песчаников. Мощность этой пачки непостоянна — от единиц до нескольких десятков метров. Распределение нижнекаменноугольных пород по площади прерывистое, и их мощность не превышает 80—120 м.

Водоносность пород комплекса характеризуется расходами источников (313, 320, 417, 418, 435, 436, 439, 443, 452, 453, 511, 515, 525, 526) и скважин (312, 468, 471, 478, 480, 488, 490, 502, 503, 514, 516). Расходы источников изменяются от 1—2 до 10—30 л/сек. Есть сведения о наличии карстовых источников с расходами до нескольких сотен литров в секунду. Дебиты скважин, встретивших водоносные породы до глубины 200 м, самые различные — от нескольких единиц (1—2) до нескольких десятков (17—54) литров в секунду. Удельная же про-

изводительность скважин определена в 0,1—0,5 л/сек. Водоносность пород комплекса, залегающих на глубине около 1000 м, незначительная.

По условиям циркуляции подземные воды являются карстово-трещинными, пластово-трещинными и трещинными. В основном скважинами встречаются напорные воды. Много скважин, имевших отметки устьев ниже 185 м, фонтанировало.

По степени минерализации подземные воды большинства источников и скважин, встретивших водоносные породы на глубине до 100 м, пресные ($M=0,2-0,5$ г/л). По солевому составу они преимущественно гидрокарбонатно-кальциевые ($С_{I, II}^{Ca}$). Пресные воды повышенной минерализации ($M=0,8$ г/л) гидрокарбонатно-натриевого состава ($С_I^{Na}$) встречены скважиной (468) в разрезе Тобысского артезианского суббассейна на глубине 163 м. У побережья моря отложения комплекса уже на сравнительно небольшой глубине (скв. 312) вмещают рассольные воды хлоридно-натриевого состава ($С_{III}^{Na}$).

На площади Канино-Тиманского бассейна трещинных вод, преимущественно в области развития нижнепермских карбонатных пород, содержащих прослой гипсов и ангидритов, наблюдаются источники (452, 453, 510, 513) солоноватых вод ($M=1,2$ г/л) сульфатного кальциевого ($С_{II}^{Ca}$) и натриевого ($С_{I, II}^{Na}$) состава. В водах некоторых карстовых источников, связанных с нижнепермскими отложениями, иногда присутствует сероводород. Солоноватые воды аналогичного состава ($С_{II}^{Ca}$) встречены в разрезе скважины (502) на глубине около 100 м. На больших глубинах породы комплекса вмещают хлоридно-натриевые воды ($С_{III}^{Na}$), степень минерализации которых увеличивается в зависимости от глубины их залегания. Так, например, на глубине 330 м (скв. 476) встречены солоноватые воды ($M=8$ г/л), а на глубине 900—1100 м — рассольные, которые в зависимости от гидрогеологической обстановки имеют минерализацию до 201 г/л.

Водоносный комплекс отложений девона. Отложения девона в границах бассейна развиты широко. В центральной его части они выходят на поверхность, а на крыльях структуры перекрыты осадками каменноугольного возраста.

Разрез осадков фаменского яруса на юго-восточном склоне Тимана представлен преимущественно карбонатными породами мощностью до 150—300 м, а на Северном Тимане — толщей переслаивающихся песчаников, алевролитов и аргиллитов с подчиненными прослоями известняков и конгломератов.

Отложения франского яруса верхнего девона, развитые на площади бассейна более широко, сложены известняками, алевролитами, глинами, мергелями и гипсами. Мощность осадков этого возраста местами достигает 600—800 м. Средний девон Тимана представлен песчано-алевритовыми породами, крайне изменчивыми по мощности. Общая мощность пород комплекса изменяется в пределах 400—1000 м.

Водоносность девонских отложений характеризуется как расходами источников (314, 316, 317, 318, 319, 395, 397, 398, 442), так и дебитами скважин (315, 419, 454, 455, 467, 468, 469, 470, 475, 477, 479, 487, 503). Расходы источников чаще всего не превышают 1—2 л/сек. Дебиты же скважин, вскрывших водоносные породы на глубине до 50 м, достигают 8—12 л/сек, а ниже, в интервале глубин 50—500 м, изменяются в пределах 0,2—2,5 л/сек. На больших глубинах расходы скважин при понижении уровня на 100—150 м редко превышают 1 л/сек.

Породы комплекса вмещают пластово-трещинные напорные воды. Большинство скважин с отметками устьев ниже 160 м фонтанируют.

Исключая прибрежно-морскую полосу, воды источников, а также подземные воды, вскрытые скважинами до глубины 50 м, ультрапресные и пресные ($M=0,1-0,3$ г/л). Их солевой состав преимущественно гидрокарбонатно-кальциевый ($C_{I, II, III}^{Ca}$). У побережья моря девонские отложения вмещают хлоридно-натриевые воды ($Cl_{I, II}^{Na}$), минерализация которых на сравнительно небольшой глубине достигает 30 г/л (скв 315). Отдельными скважинами (419, 467) на глубине свыше 160 м встречены солоноватые воды сульфатного кальциевого (S_{II}^{Ca}) или натриевого (S_{II}^{Na}) состава. В интервале глубин 200—700 м большинством скважин вскрыты различные по степени минерализации ($M=12-69$ г/л) хлоридно-натриевые воды (Cl_{II}^{Na}). Преимущественным развитием на глубине свыше 700 м пользуются рассольные воды аналогичного химического состава, минерализация которых на глубине около 1500 м достигает 195 г/л.

Подземные воды девонских отложений, с которыми связан ряд месторождений нефти и газа, более подробно рассмотрены в главе, посвященной водам нефтяных месторождений.

Водоносный комплекс отложений силура и ордовика. Этот комплекс пользуется распространением в двух районах: на Северном Тимане, п-ове Канин и на Юго-Восточном Тимане. В первом районе известны лишь небольшие участки распространения силурийских отложений, представленных незначительной по мощности толщей известняков и доломитизированных известняков со слоем песчаников в основании. Водоносность отложений практически не изучена. На небольших глубинах они могут содержать пресные гидрокарбонатно-кальциевые воды (C_{III}^{Ca}).

В области Юго-Восточного Тимана отложения, которые по возрасту относятся к силуру и предположительно ордовика, известны под названием ижма-омринского комплекса.

К породам комплекса, вскрытым в интервалах глубин 1500—2000 м (скважины 479, 503), приурочены хлоридно-натриевые рассольные воды (Cl_{III}^{Na}) с минерализацией до 191—203 г/л. Удельные расходы скважин при понижениях уровней на несколько десятков метров не превышают 0,02 л/сек.

Водоносный комплекс отложений протерозоя. В границах бассейна породы комплекса представлены различно метаморфизованными песчано-алеврито-глинистыми и карбонатными породами, которые в отдельных блоковых поднятиях выведены на поверхность. Их мощность определяется тысячами метров.

Водоносность пород комплекса охарактеризована расходами источников (302, 303, 304, 305, 307, 396, 416, 438, 524) и скважин (301, 459, 460, 479, 489). Расходы большинства источников менее 1 л/сек, реже достигают 2—9 л/сек. Дебиты скважин, вскрывших водоносные породы на глубине до 400 м, при самоизливе иногда составляли 1,8—6,0 л/сек. Удельные же расходы скважин, которые встретили водовмещающие породы на глубине более 800 м, не превышают тысячных долей литра в секунду.

Подземные воды, приуроченные к выведенной на поверхность в блоковых поднятиях толще, трещинные — безнапорные; на остальной площади бассейна, где водоносные породы залегают на относительно большой глубине, они содержат трещинно-жилые напорные воды.

По степени минерализации грунтовые воды обычно ультрапресные или пресные ($M=0,1-0,3$ г/л), их солевой состав гидрокарбонатный кальциевый ($С_{III}^{Ca}$), магниевый ($С_{II,III}^{Mg}$) и натриевый ($С_{I,II}^{Na}$). У побережья моря солевой состав грунтовых вод (источники 305, 307) хлоридно-натриевый (Cl^{Na}). По мере увеличения глубины залегания водоносных пород заметно увеличивается степень минерализации подземных вод, достигающая в интервале глубин 110—400 м (скв. 459) 38—55 г/л, а на глубине около 2000 м (скв. 419) — 214 г/л. Солевой состав этих вод хлоридно-натриевый (Cl^{Na}).

Пайхойский бассейн трещинных вод

Пайхойский бассейн трещинных вод в гидрогеологическом отношении является наименее изученным. Выделение в его пределах водоносных комплексов среди отложений палеозоя и протерозоя произведено на основании общегеологических данных.

Водоносный комплекс отложений нижней перми. Этот комплекс сложен терригенными отложениями, сходными с одновозрастными образованиями Печорского угольного бассейна. Породы комплекса, вмещающие трещинные воды, развиты в Прикарской мегасинклинали.

Сведения о водоносности пород комплекса отсутствуют. Учитывая географическое положение бассейна, небольшие отметки поверхности Прикарской низменности и значительную мощность четвертичного покрова, можно предполагать, что мощность зоны пресных вод здесь окажется незначительной или пресные воды будут отсутствовать вообще. В прибрежных районах непосредственно под мерзлой толщей и в таликах среди мерзлых пород, вероятно, будут залегать соленые или рассольные воды.

В пределах показанного на гидрогеологической карте участка распространения четвертичных отложений, где известны отдельные выходы пород мезозойского и кайнозойского возраста, не исключена возможность наличия локальных скоплений трещинных вод, связанных с выветрелой зоной кайнозойских (?) эффузивов и с породами верхнего мела. Однако вследствие широкого распространения мерзлых пород скопления подземных вод в жидкой фазе, по-видимому, здесь будут иметь сезонный характер.

Водоносный комплекс отложений карбона, девона и силура. Данный комплекс развит на крыльях Пайхойского антиклинория. Он сложен интенсивно дислоцированными карбонатными и кварцито-сланцевыми толщами, с которыми могут быть связаны скопления карстово-трещинных вод. Но в силу широкого развития мерзлых толщ на Пай-Хое эти воды, по-видимому, на глубине до нескольких сотен метров находятся в твердой фазе.

Водоносный комплекс отложений ордовика, кембрия и протерозоя. Он представлен толщей разновозрастных и сильно метаморфизованных кварцито-сланцевых, вулканогенных и реже карбонатных отложений, слагающих приосевую часть Пайхойского антиклинория. Сведений о водоносности отложений очень мало. На севере, вблизи морского побережья (скв. 309), породы комплекса вмещают рассольные воды хлоридно-натриевого состава (Cl^{Na}), которые, по мнению В. М. Пономарева (1937), сформировались из морских вод, проникших в мерзлую толщу пород. Минерализация этих вод, имеющих отрицательную температуру (минус 3—8°С), достигает 81 г/л.

Пайхойский бассейн является малоперспективным в отношении возможностей обнаружения на его площади сколько-нибудь значительных скоплений пресных подземных вод.

Северо-Уральский бассейн трещинных вод

Граница между Пайхойским и Северо-Уральским бассейнами трещинных вод условная. Она проведена в понижении, занятом долиной верхнего течения р. Кары. На западе Северо-Уральский бассейн примыкает к Печора-Предуральскому артезианскому бассейну, для которого он является областью питания.

Степень гидрогеологической изученности Северо-Уральского бассейна почти такая же низкая, как и Пайхойского. От последнего он отличается более значительными размерами площадей, лишенных четвертичного покрова, меньшим распространением многолетнемерзлых пород, большей расчлененностью рельефа и рядом других особенностей. Наибольшим распространением в пределах Северо-Уральского бассейна пользуются два водоносных комплекса: комплекс отложений карбона, девона и силура и комплекс отложений ордовика, кембрия и протерозоя. К последнему отнесены и подземные воды, приуроченные к интрузивным массивам.

Водоносный комплекс отложений карбона, девона и силура. Он протягивается прерывистой полосой по западному склону Урала и в пределах увалистой зоны предгорий. Породы комплекса представлены хорошо литифицированными и трещиноватыми карбонатными и терригенно-карбонатными разностями.

Водоносность пород комплекса изучена слабо. К районам распространения каменноугольно-силурийских образований приурочены трещинные и трещинно-карстовые грунтовые воды, разгружающиеся на склонах речных долин. Дебиты источников (339, 384, 387, 388, 390, 391, 426, 449, 465, 473, 474, 481, 482, 494, 495) в средней и южной частях Северо-Уральского бассейна трещинных вод зачастую определяются в 10—25 л/сек, а расходы более крупных выходов типа «подземных рек» (390, 481) достигают 5—8 м³/сек. В области развития мерзлых толщ, в пределах которой находится северная и высокогорная части Северо-Уральского бассейна, естественных выходов подземных вод со значительными расходами не зарегистрировано.

Солевой состав вод источников гидрокарбонатный кальциевый ($\text{C}_{\text{I,II,III}}^{\text{Ca}}$), реже натриевый ($\text{C}_{\text{I}}^{\text{Na}}$). По степени минерализации воды преимущественно ультрапресные ($M=0,2$ г/л). Воды аналогичного солевого состава и степени минерализации встречены также одной скважиной (493) на глубине 130 м.

О водоносности отложений, залегающих ниже современного эрозионного вреза, сведения отсутствуют. Отложения нижней перми, встречающиеся на площади бассейна отдельными участками, в гидрогеологическом отношении не охарактеризованы.

Водоносный комплекс отложений ордовика, кембрия и протерозоя. Этот комплекс развит в высокогорной и среднегорной частях Урала. Верхняя часть разреза отложений ордовика мощностью до 1500 м на западе бассейна представлена известковистыми песчаниками, а также известняками и доломитами с прослоями сланцев. Эти осадки подстилаются мощной толщей (более 2000 м) кварцитовидных песчаников и сланцев. Отложения ордовика на востоке представлены сланцами, в толще которых встречаются прослои песчаников и известняков.

Разрез доордовикских образований сложен различными метаморфизованными осадочными и магматическими породами, с которыми связаны многочисленные интрузивы гранитоидного и основного состава.

К верхней, наиболее выветрелой части отложений комплекса приурочены трещинные безнапорные воды. Источники грунтовых вод (340, 341, 364, 386, 392) наблюдаются на склонах горного массива

Енгане-Пэ и в других местах. Расходы источников определяются десятками долями литра в секунду, реже достигают нескольких литров в секунду. Солевой состав подземных вод обычно гидрокарбонатный кальциевый (C_1^{Ca}), магниевый (C_1^{Mg}) или натриевый (C_1^{Na}). По степени минерализации воды ультрапресные.

Мезенско-Вычегодский артезианский бассейн

Бассейн, занимающий западную часть рассматриваемой территории, на северо-востоке граничит с Канино-Тиманским бассейном трещинных вод, а на крайнем юге — с Волго-Камским артезианским бассейном. В пределы рассматриваемой территории входит только восточная часть Мезенско-Вычегодского бассейна.

В геологическом строении Мезенско-Вычегодского бассейна участвуют осадки мезозоя и палеозоя, перекрытые четвертичными отложениями. Коренные породы залегают почти горизонтально и выполняют пологую мульду, вытянутую в субмеридиональном направлении.

Северная часть Мезенско-Вычегодского бассейна, выделенная в Пеза-Мезенский бассейн, в гидрогеологическом отношении изучена значительно слабее южной части — Сысола-Вычегодского бассейна. Кроме того, в Пеза-Мезенском бассейне значительно меньшим распространением пользуются отложения юрской системы, а породы нижнемелового возраста известны только в крайне северной его части.

Из более мелких гидрогеологических районов в Мезенско-Вычегодском бассейне следует отметить Сереговский соляной купол и открытый к югу Вымско-Нившерский суббассейн.

Воды спорадического распространения аптско-оксфордских отложений. Толща осадков, вмещающая воды спорадического распространения, развита на юге Сысола-Вычегодского бассейна, где подземные воды приурочены к породам от оксфордского до аптского ярусов включительно и имеющим преимущественно глинистый состав. К северу разрез сокращается и в нем обычно устанавливается только присутствие нижнего волжского яруса верхней юры и неокомского надъяруса нижнего мела.

Водоносность аптско-оксфордских отложений незначительная, и большинством пройденных скважин заметных водопоявлений в этих отложениях не отмечено. Реже сланцевые или песчаные прослои юры вмещают пластовые скопления напорных вод, установленные несколькими скважинами (535, 536), удельные расходы которых не превышают 0,1 л/сек. Воды пресные гидрокарбонатно-кальциевого состава ($\text{C}_{II}^{\text{Ca}}$).

В районах распространения неомских и нижневолжских отложений довольно широко развиты оползневые явления, связанные с небольшими выходами грунтовых вод, приуроченных к контактам слоев различного литологического состава.

Водоносный комплекс келловейско-батских отложений. Слагающие комплекс породы развиты в бассейнах рек Сысолы, Яренги, Мезенской Пижмы и на Вычегодско-Мезенском и Камско-Вычегодском междуречьях. Мощность отложений изменчива и, по-видимому, не превышает 80—90 м. Комплекс представлен переслаивающимися песками, песчаниками, алевролитами и глинами. Мощность отложений изменяется в пределах 4—33 м. Разрез батских осадков мощностью от 10 до 60 м (бассейн р. Сысолы) сложен песками с прослоями алевролитистых глин.

В зависимости от мощности перекрывающих осадков водоносные породы комплекса встречаются на глубинах от 20 до 70 м. Они вме-

шают порово-пластовые, чаще всего артезианские воды с напорами от нескольких до 40—50 м

Расходы скважин (532, 534, 537, 538, 539, 540, 543), пройденных в этих отложениях, при понижениях уровней на 3—7 м определяются в 0,7—2,5 л/сек. Удельные же расходы относительно высокодебитных скважин (532, 538, 539, 540) при понижениях уровней на 1—5 м изменяются в пределах 0,3—0,8 л/сек, тогда как у низкодебитных (534, 537) не превышают 0,1 л/сек. Наиболее высокодебитными являются скважины, пересекающие водоносные отложения большой мощности, вмещающие артезианские воды с величиной напора до нескольких десятков метров.

По степени минерализации (0,2—0,7 г/л) воды пресные или пресные повышенной минерализации. По солевому составу они являются гидрокарбонатными кальциевыми ($\text{C}_{\text{I,II}}^{\text{Ca}}$), магниевыми ($\text{C}_{\text{I}}^{\text{Mg}}$) и натриевыми ($\text{C}_{\text{I}}^{\text{Na}}$). Иногда воды батско-келловейских отложений содержат незначительную примесь растворенного сероводорода.

Водоносный комплекс отложений триаса. Он занимает западную часть бассейна. В разрезе выделяются две толщи: верхняя — алевроитоглинистая мощностью 50—60 м и нижняя — песчано-конгломератовая с подчиненными глинистыми прослоями мощностью в среднем 70—80 м.

Верхняя толща вмещает преимущественно спорадические скопления порово-пластовых и трещинно-пластовых вод, вскрытых скважинами (450, 484, 485, 497, 505, 506, 542, 544) на глубинах от 24 до 41 м. Величины напоров изменяются от 9—12 до 42 м. Расходы скважин от 0,3 до 1,2 л/сек. Удельные расходы большинства скважин не превышают 0,01—0,1 л/сек, а относительно высокодебитных — 0,2—0,3 л/сек.

К отложениям триаса, залегающим выше отметок вреза речной сети, приурочены преимущественно пресные или пресные с повышенной минерализацией воды ($M=0,2—0,8$ г/л). Их солевой состав гидрокарбонатный кальциевый ($\text{C}_{\text{II,III}}^{\text{Ca}}$), натриевый ($\text{C}_{\text{I}}^{\text{Na}}$), реже магниевый ($\text{C}_{\text{I}}^{\text{Mg}}$). На глубине более 50 м скважинами (450, 485) встречаются пресные хлоридные натриевые ($\text{C}_{\text{I}}^{\text{Na}}$) или кальциевые ($\text{C}_{\text{III}}^{\text{Ca}}$) воды.

На основании косвенных данных (литологический состав пород, отрывочные сведения о потерях промывочной жидкости при бурении скважин, материалы по смежным районам) можно предполагать, что нижняя песчано-конгломератовая толща содержит регионально выдержанные скопления трещинно-пластовых вод, которые на большей части площади своего распространения залегают относительно глубоко и характеризуются хлоридно-натриевым составом и повышенной минерализацией.

Водоносный комплекс верхней перми. Породы верхнепермского возраста выходят на поверхность вдоль западного склона Тимана и в пределах Вымско-Нившерского суббассейна. На западе бассейна они почти повсеместно перекрыты отложениями мезозоя. Мощность комплекса определяется в 300—400 м.

Характеристика водоносности верхнепермских отложений составлена по малочисленным данным. С породами верхнетатарского подъяруса связаны только локальные скопления трещинно-пластовых, реже порово-пластовых вод, приуроченные к линзам и выклинивающимся прослоям слаболитифицированных песчаников. Верхнетатарский подъярус следует рассматривать как толщу, вмещающую воды спорадического распространения.

Нижнетатарский подъярус характеризуется разнообразием гидрогеологических обстановок. В западных районах бассейна, кроме трещинных и трещинно-карстовых вод, связанных с довольно значительными по мощности известняково-мергелистыми толщами, в нижних горизонтах подъяруса могут быть встречены скопления подземных вод, приуроченных к пескам и слабосцементированным песчаникам нижеустьинских слоев. Эти слои, пользующиеся широким развитием в Архангельской области на смежных с Коми АССР площадях, вмещают на глубинах свыше 100—150 м напорные солоноватые воды. Скважины, пробуренные в Сольвычегодске, Коряжме и других местах, фонтанировали с расходами, достигающими 100 л/сек. В восточном направлении мощность нижеустьинских слоев уменьшается, а значительная часть песчаников замещается менее водоёмкими породами — алевролитами и мергелями. Как далеко на восток простираются песчаные фации нижеустьинских слоев и какова их водоносность в пределах западной части территории Коми АССР, пока неизвестно.

На востоке и юго-востоке Мезенско-Вычегодского бассейна, где нижнетатарский подъярус сложен алевроито-мергелистыми и известково-мергелистыми породами, условия циркуляции подземных вод в этой толще более сложные. Следует отметить, что значительная часть карбонатных отложений нижнетатарского подъяруса вместе с подстилающими их известняками верхнеказанского подъяруса в гидрогеологическом отношении, по-видимому, представляет собой единую толщу, вмещающую трещинные и карстово-трещинные воды.

В северной части Вымско-Нившерского суббассейна толща нижнетатарских и верхнеказанских карбонатных пород залегает непосредственно под четвертичными отложениями. Карстовые явления в верхнепермских карбонатных породах развиты незначительно. В верхнем течении рек Весляны, Коина и в долинах других рек левобережья р. Выми с этой толщей связаны выходы малodeбитных источников. Сведения о солевом составе вод этих источников отсутствуют.

В нижнеказанском подъярусе, значительная часть которого сложена терригенными породами, наиболее водоносными, по-видимому, будут нижние слои, характеризующиеся относительно большей грубозернистостью материала и наличием прослоев слаболитифицированных пород. В нижнеказанском подъярусе не исключена возможность наличия не только трещинных, но и порово-пластовых скоплений подземных вод. Нижний член разреза верхнепермских отложений — уфимский ярус — практически безводен. Слагающие его породы служат водопором, отделяющим верхнепермский водоносный комплекс от нижепермско-каменноугольного.

На основании имеющихся данных можно считать, что породы верхнепермского комплекса вмещают преимущественно пластово-трещинные напорные воды. Ряд скважин фонтанирует. Водоносность же разреза, характеризуемая расходами источников (428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 437, 500, 509, 523, 531) и скважин (451, 466, 485, 496, 499, 508, 512, 528, 530, 533), заметно уменьшается по мере увеличения глубины залегания водоносных пород, что связано с уменьшением их трещиноватости. Расходы большинства источников не превышают десятых долей литра в секунду. Удельные расходы скважин, встретивших подземные воды на глубине 20—40 м, при понижениях уровня на 3—5 м достигают 0,3 л/сек, а водоносность пород на глубинах порядка 200—300 м характеризуется удельными расходами скважин, не превышающими сотых долей литра в секунду.

Подземные воды комплекса отличаются пестротой солевого состава и степени минерализации. На большей части площади бассейна

к отложениям верхней перми, залегающим до глубины 30—40 м, приурочены пресные воды ($M=0,2-0,8$ г/л), о чем свидетельствует состав вод источников (434, 437, 500, 509, 531) и скважин (466, 508, 512), который преимущественно гидрокарбонатный кальциевый (Cl^{Ca}), реже натриевый (Cl^{Na}). В бассейнах верхнего течения рек Вашки и Мезени с верхнепермскими отложениями связаны источники солоноватых вод ($M=1-10$ г/л) хлоридно-натриевого состава ($Cl^{Na}_{I, II}$). Воды аналогичного солевого состава и степени минерализации встречаются здесь отдельными скважинами (451).

На глубине от 50 до 150—250 м комплекс вмещает солоноватые воды ($M=2-9$ г/л) хлоридно-натриевого ($Cl^{Na}_{I, III}$) или сульфатно-натриевого ($S^{Na}_{I, II}$) состава. Соленые воды хлоридно-натриевого состава ($Cl^{Na}_{II, III}$) могут быть вскрыты на глубине около 150 м (скв. 528), но чаще всего они появляются с глубин порядка 200—250 м.

Водоносный комплекс отложений нижней перми и карбона. Он повсеместно перекрыт осадками верхней перми. На площади бассейна этот комплекс изучен только по скважинам, за исключением района с. Серегово, где породы его выходят на поверхность.

Отложения нижней перми, представленные доломитами, ангидритами и гипсами, включающими прослои глин, реже известняков, имеют мощность до 300—350 м. В сложении верхнего отдела каменноугольной системы принимают участие известняки и доломиты с прослоями ангидритов. Мощность верхнего карбона определяется в 80—160 м. Верхняя часть разреза среднего отдела каменноугольной системы также представлена карбонатными породами, подстилаемыми в разрезе Яренской (541) и Сысольской (533) скважин — доломитами и доломитизированными известняками с включениями гипса и ангидрита. Мощность осадков среднего карбона изменяется в пределах 130—220 м. Отложения нижнего отдела карбона на площади бассейна неизвестны.

Для гидрогеологической характеристики нижнепермско-каменноугольных отложений использованы данные, полученные при опробовании скважин (486, 496, 507, 529, 533, 541), пробуренных с целью поисков нефти и газа. На глубине порядка 550 м комплекс вмещает солоноватые ($M=43$ г/л) воды хлоридно-натриевого состава. Минерализация подземных вод на глубине около 800 м достигает 128 г/л, а в интервале глубин 960—1260 м увеличивается до 190—240 г/л. Удельные расходы скважин, определявшиеся после прострелов колонны обсадных труб перфораторами, при понижениях уровней на 150—400 м не превышали 0,002 л/сек.

Скважиной (498), пробуренной на Сереговском соляном куполе, на глубине 270 м встречаются рассольные воды ($M=95$ г/л) хлоридно-натриевого состава (Cl^{Na}_{III}). При понижении уровня на 19 м ее расход составил 3,8 л/сек.

Водоносный комплекс отложений девона. На большей части площади бассейна отложения девона, по-видимому, отсутствуют. Они встречаются пока только на юге территории Коми АССР в разрезе Кажимской скважины (541) на глубине 1250—2080 м и на юго-востоке в районе с. Аныб (на р. Вычегде) в интервале 1255—1422 м. Девонские отложения в кажимском разрезе представлены верхним и средним отделами системы, а в аныбском — одним верхним отделом.

В сложении осадков девона, имеющих мощность около 800 м, принимают участие песчаники и глинисто-алевритовые породы.

Девонские отложения в разрезе Кажимской скважины в интервале глубин 1700—2000 м вмещают высокоминерализованные ($M = 250\text{—}270 \text{ г/л}$) воды хлоридно-натриевого ($\text{Cl}_{\text{III}}^{\text{Na}}$) состава

Водоносный комплекс отложений нижнего кембрия и верхнего протерозоя. На площади бассейна породы комплекса вскрыты скважинами 496, 507, 533 и 541. Средняя мощность протерозойско-кембрийских пород оценивается в 1500—2000 м, но в разрезе Сысольской скважины (533) она не превышает 300 м

Разрез комплекса в верхней части представлен глинисто-алевритовыми породами с прослоями песчаников, а в нижней — песчаниками и гравелитами. В разрезе Сысольской скважины (533) они подстилаются архейскими гранито-гнейсами, встреченными на глубине 1705 м

Породы комплекса на глубине свыше 1500 м (507, 533, 541) вмещают высокоминерализованные воды хлоридно-натриевого ($\text{Cl}_{\text{III}}^{\text{Na}}$) состава. Минерализация подземных вод на глубине свыше 1800 м достигает 237—242 г/л. Удельные расходы скважин, определенные после перфорации колонны обсадных труб, не превышали 0,01 л/сек.

Печорский артезианский бассейн

Печорский артезианский бассейн занимает центральную часть рассматриваемой территории. На западе и юге он граничит с Канино-Тиманским бассейном трещинных вод, а на востоке — с Печора-Предуральским артезианским бассейном

Большая часть бассейна представляет собой область развития юрских и меловых отложений. Триасовые и палеозойские породы выходят на поверхность по периферии бассейна и в некоторых структурах Печора-Малоземельского вала. В гидрогеологическом отношении Печорский бассейн изучен слабо и крайне неравномерно. Центральные и северные районы большеземельской части бассейна вообще не освещены бурением, а в скважинах, расположенных в других местах, вопросам гидрогеологической документации обычно не уделялось достаточного внимания. В разрезе отложений Печорского бассейна выделено восемь водовмещающих толщ

Воды спорадического распространения аптско-оксфордских отложений. Они приурочены к верхней части разреза мезозоя, представленного глинами и алевритами, включающими прослойки песков и песчаников. Общая мощность меловых и рассматриваемой верхней части юрских отложений изменяется от нескольких десятков метров на юге до нескольких сотен метров (300—350 м) в северной части бассейна

К отложениям этого возраста приурочены отдельные скопления подземных вод, разгружающиеся на склонах речных долин (источники 356, 366, 367, 399, 404, 440). Водоносность отложений установлена в разрезах нескольких скважин (308, 368, 403, 407, 409) на глубинах до 130 м

Расходы источников и скважин обычно ничтожные и редко достигают 0,3—0,4 л/сек. К верхней части разреза осадков, за исключением побережья моря, приурочены ультрапресные, пресные и пресные с повышенной минерализацией ($M = 0,1\text{—}0,8 \text{ г/л}$) подземные воды обычно гидрокарбонатного кальциевого ($\text{C}_{\text{I I III}}^{\text{Ca}}$), реже натриевого ($\text{Cl}_{\text{I}}^{\text{Na}}$) состава. Встречаются источники (440) слабосоленых вод сульфатно-кальциевого состава ($\text{S}_{\text{II}}^{\text{Ca}}$). Вблизи морского побережья (скв. 308) получают развитие соленые ($M = 16 \text{ г/л}$) хлоридно-натриевые ($\text{Cl}_{\text{II}}^{\text{Na}}$) воды. С глубины свыше 100 м отдельными скважинами (368, 407)

встречены слабосоленоватые ($M=1,3-2,0$ г/л) хлоридно-натриевые (Cl_{II}^{Na}) воды

Водоносный комплекс келловейско-батских отложений. Он залегает почти повсеместно под аптско-оксфордскими осадками и широко развит на площади бассейна. Келловейские отложения, имеющие мощность от 20 до 80—90 м, представлены толщей переслаивающихся глин, алевролитов, песчаников и песков. В сложении среднеюрских осадков, имеющих мощность до 120—130 м, принимают участие преимущественно пески с прослоями алевролитов и глин.

К отложениям комплекса приурочены порово-пластовые обычно напорные воды, встреченные многими скважинами (324, 344, 354, 400, 402, 405, 409, 410, 420, 421, 423, 441, 461) на глубинах от 30—40 до 350—360 м. Большинство скважин фонтанирует. Водоносность отложений относительно большая. Скважины с абсолютными отметками устьев ниже 80—90 м (400, 402, 405, 409, 421, 441) самоизливаются с расходами от 5—10 до нескольких сотен литров в секунду.

В центральной части артезианского бассейна, где мощность келловейско-батских осадков значительная, в разрезе комплекса приурочены пресные и пресные с повышенной минерализацией ($M=0,3-0,8$ г/л) воды. Мощность зоны пресных вод определяется сотнями метров. Их солевой состав гидрокарбонатный натриевый (Cl^{Na}), реже кальциевый (Cl^{Ca}) и магниевый (Cl^{Mg}). В области выклинивания юрских отложений (скв. 423, 461) на глубине 90—100 м встречаются пресные воды повышенной минерализации ($M=0,9$ г/л) и слабосоленоватые воды ($M=1,1$ г/л) гидрокарбонатно-натриевого (Cl^{Na}) и хлоридно-натриевого (Cl^{Na}) состава, что, возможно, связано с разгрузкой подземных вод из подстилающих комплекс отложений. На юге Большеземельского бассейна соленоватые хлоридно-натриевые воды (Cl_{II}^{Na}) появляются уже в разрезе меловых отложений с глубины около 120 м (скв. 368, 407).

Водоносный комплекс отложений триаса. Отложения триаса на площади бассейна почти повсеместно перекрыты осадками юрского возраста. Мощность отложений изменяется от 350 м на западе до 750—800 м в восточной части бассейна.

В гидрогеологическом отношении разрез триаса изучен слабо. По всей вероятности, водоносность этих отложений относительно мала. Водоносными являются песчаники и конгломераты, обычно залегающие линзообразно среди алевроито-глинистых отложений и поэтому не образующие выдержанных водоносных горизонтов. Зона пресных вод в триасовых отложениях, по-видимому, незначительна по мощности. Породы комплекса на глубине более 250 м (скв. 323, 422) уже вмещают соленые воды ($M=29-32$ г/л) хлоридно-натриевого (Cl_{II}^{Na}) состава.

Водоносный комплекс отложений верхней перми. На большей части площади бассейна отложения верхней перми залегают под покровом мезозойских осадков, и их литологический состав охарактеризован только по разрезам скважин, пройденным главным образом на юге Ижма-Печорского бассейна.

Верхнепермские отложения мощностью до нескольких сотен метров представлены терригенными образованиями — переслаивающимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Они вмещают встреченные скважинами высоконапорные пластово-трещинные и трещинно-пластовые воды (422, 446, 457, 462, 463) на глубинах от 150 до 600—700 м. Скважины фонтанируют, причем дебиты самоизлива некоторых

скважин (446, 457, 463), встретивших водоносные породы в интервале глубин 150—660 м, достигают 8—12 л/сек.

Подземные воды комплекса на глубине свыше 150 м характеризуются относительно однородным хлоридно-натриевым ($Cl_{II, III}^{Na}$) составом. Их минерализация на глубине 150 м составляет 12 г/л, а ниже, в интервалах глубин 380—660 м, достигает 48—59 г/л.

Водоносный комплекс отложений нижней перми и карбона залегает преимущественно на относительно большой глубине, и его литологический состав известен по данным бурения небольшого числа скважин.

Разрез верхней части нижней перми представлен доломитизированными известняками и доломитами с прослоями мергелей, сульфатов и глин; нижняя часть разреза перми сложена известняками и доломитами. Мощность пермских отложений определяется в 200—300 м.

Карбон на площади бассейна изучен слабо. Верхняя и средняя его части представлены известняками с подчиненными прослоями мергелей и глин, а нижняя — переслаивающимися глинами, песчаниками и известняками. Общая мощность пород комплекса определяется в 400—600 м, а к востоку увеличивается до 1000 м и более.

Породы комплекса вмещают трещинно-пластовые, пластово-трещинные и трещинно-карстово-пластовые напорные воды, которые встречены в разрезах скважин (321, 322, 401, 409, 446, 447, 457, 461) на глубинах от 100 до 1650 м. Водоносность отложений почти не изучена. Расход скважины (321), встретившей водоносные породы на глубине около 100 м, при понижении уровня на 8 м, достигал 2,4 л/сек. Расходы скважин (405, 409), определявшиеся после прострелов колонны обсадных труб перфораторами, при понижениях уровней на несколько сотен метров не превышали 0,8 л/сек.

В северной части Большеземельского бассейна отложения комплекса с глубины свыше 100 м (скв. 321, 322) вмещают соленые и рассольные хлоридно-натриевые (Cl_{III}^{Na}) воды, минерализация которых на глубине около 400 м достигает 70 г/л. В южной части Ижма-Печорского бассейна воды аналогичного состава с минерализацией 2—7 г/л встречены скважинами (401, 461) на глубине около 300 м; на глубине 700—900 м минерализация подземных вод колеблется в пределах 40—80 г/л. Крепкорассольные воды хлоридно-натриевого состава, имеющие минерализацию порядка 140—190 г/л, вскрыты скважинами (405, 409) на глубинах свыше 1200 м.

Водоносный комплекс отложений девона. На площади бассейна фаменский ярус, мощность которого на юге Печора-Малоземельского вала достигает 1000—1200 м, в верхней части сложен известняками и доломитами с прослоями гипсов. В нижней части преобладают алевро-глинистые породы и мергели с подчиненными прослоями известняков. К западу от Печора-Малоземельского вала осадки фаменского яруса, преимущественно карбонатного состава, прослеживаются не повсеместно, или же имеют небольшую мощность. Франский ярус имеет наибольшую мощность (до 1900 м) в юго-восточной части Печора-Малоземельской структуры, где он представлен переслаивающимися известняками, алевролитами, глинами и мергелями. Вблизи западной границы бассейна мощность яруса местами сокращается до 100 м. Средний отдел девона, сложенный песчаниками, алевролитами и глинами, крайне изменчив по мощности. В районе Печора-Малоземельского вала его мощность превышает 800 м. В других местах бассейна она уменьшается, вплоть до выклинивания.

В пределах южной части Большеземельского бассейна скважины (408, 411), встретившие водоносные породы на глубине менее 200 м,

фонтанировали с расходами до 4,5—5,0 л/сек. Удельные расходы скважин (406), вскрывших водоносные породы на глубине около 600 м, составили всего 0,01 л/сек. Расходы остальных скважин (422, 444, 445, 447, 457, 458), которые были определены после прострелов колонн обсадных труб перфораторами на глубинах от 780 до 2500 м при понижении уровней на несколько сотен метров не превышали 1,2—1,3 л/сек. Удельная производительность этих скважин — тысячные доли литра в секунду.

Пресные подземные воды гидрокарбонатно-кальциевого ($\text{C}_{\text{I}}^{\text{Ca}}$) состава встречены в разрезе отложений комплекса до глубины 200 м (скважины 408, 411) только на юге Большеземельского бассейна. Отложения комплекса на глубине 500—1000 м вмещают рассольные воды ($M=79\text{—}113$ г/л) хлоридно-натриевого ($\text{C}_{\text{III}}^{\text{Na}}$) состава, а на больших глубинах встречены воды с минерализацией порядка 220—230 г/л.

Водоносный комплекс отложений силура и ордовика. Отложения комплекса, встреченные в пределах бассейна небольшим числом скважин на относительно большой глубине, в гидрогеологическом отношении не охарактеризованы. По аналогии с Канино-Тиманским бассейном трещинных вод они должны вмещать высокоминерализованные хлоридно-натриевые воды.

Водоносный комплекс протерозойских отложений. Водоносные отложения комплекса, представленные метаморфическими сланцами, были встречены на глубине 1373 м одной скважиной (444). Они вмещали крепкорассольные воды ($M=205$ г/л) хлоридно-натриевого ($\text{C}_{\text{III}}^{\text{Na}}$) состава.

Печора-Предуральский артезианский бассейн

Артезианский бассейн расположен в восточной части рассматриваемой территории и выделен примерно в границах Предуральского краевого прогиба.

На площади бассейна преимущественным распространением пользуются осадки триаса и перми. Ограниченно развиты породы верхнего мела. Отложения каменноугольного, девонского и силурийского возраста выходят на поверхность в некоторых положительных структурах (гряда Чернышева, поднятие Чернова и другие), а также встречены на остальной части бассейна немногочисленными глубокими скважинами.

Тектоническое строение бассейна неоднородно. К северу от Печора-Малоземельского вала оно осложнено несколькими положительными структурными формами, сопряженными с депрессиями. В связи с этим здесь получают широкое развитие как мелкие артезианские бассейны, так и локальные бассейны (массивы) трещинных вод. К югу от Печора-Малоземельского вала, в пределах Верхне-Печорской части бассейна, область прогиба представляет собой более простую по геологическому строению впадину, осложненную небольшими складками.

Расчленение геологического разреза бассейна на различные по характеру водоносности толщи связано со значительными трудностями, что объясняется, с одной стороны, сложностью его тектонического строения, а с другой — изменчивостью по площади литологического состава пород.

В бассейне отчетливо выделяется водоносный горизонт терригенных отложений верхнего мела. Породы же триаса и перми в зависимости от тектонических условий и литологического состава объединяются в один либо делятся на несколько водоносных комплексов.

Так, к северу от гряды Чернышева в более сложном по строению Усино-Коротаихинском бассейне, где водообмен был облегчен много-

численными разрывными нарушениями, относительно однородные по литологическому составу терригенные отложения триаса и перми объединены в один водоносный комплекс. На остальной части Печора-Предуральского бассейна, исходя из особенностей литологического состава водовмещающих пород, толща осадков триаса и перми делится на три водоносных комплекса: терригенных отложений триаса, преимущественно терригенных отложений верхней перми и карбонатно-терригенных отложений нижней перми, вмещающих гипсы, ангидриты и соли.

Вмещающие подземные воды преимущественно карбонатные отложения каменноугольного, девонского и силурийского возраста объединены в один водоносный комплекс. Такое объединение вызвано сложной тектонической обстановкой в районах выходов пород этого возраста на поверхность (гряда Чернышева, поднятие Чернова) и слабей гидрогеологической изученностью этих отложений как на большей части площади бассейна, так и в сопредельном Печора-Предуральском артезианском бассейне.

Водоносный горизонт отложений верхнего мела. Этот горизонт развит в северной части бассейна в границах Усино-Коротайхинского бассейна. Верхняя часть его разреза сложена песчаниками, алевролитами, глинами и конгломератами, а нижняя — переслаивающимися песчаниками, алевролитами, опоками и гравелитами. Максимальная мощность отложений достигает 220—230 м.

Водоносность пород, вмещающих порово-трещинно-пластовые скопления напорных вод, наибольшая в нижней части горизонта. Величины напоров достигают 50—80 м. Скважины обычно фонтанируют. Дебиты скважин (351, 353, 361, 362) в зависимости от величины понижения уровня изменяются от 2—7 до 14—40 л/сек, а удельные расходы достигают 1,9—3,2 л/сек. Воды верхнемеловых отложений пресные и пресные с повышенной минерализацией ($M=0,4-0,7$ г/л) гидрокарбонатно-натриевого ($С_{гNa}$) состава.

Водоносный комплекс отложений триаса. Этот комплекс выделен в границах Верхне-Печорского бассейна и в южной части Усино-Коротайхинского — на площади Большесынинской впадины.

Отложения триаса представлены переслаивающимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Их мощность изменяется в пределах 500—1700 м. Комплекс вмещает пластово-трещинные напорные воды, встреченные скважинами (380, 448) на глубинах 60—120 м. Расходы скважин на первых метрах понижений уровня достигают 7—14 л/сек. По солевому составу воды гидрокарбонатно-кальциевые ($С_{гCa}$), а по степени минерализации ($M=0,2-0,4$ г/л) — пресные.

Водоносный комплекс отложений верхней перми. Рассматриваемый комплекс выделен также в границах Верхне-Печорского бассейна и в южной части Усино-Коротайхинского (Большесынинский артезианский бассейн).

Верхняя пермь представлена переслаивающимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами, с подчиненными прослоями гравелитов, конгломератов и известняков. Мощность отложений в районе Средней Печоры более 2000—2500 м.

Водоносные породы комплекса, вмещающие пластово-трещинные напорные воды, встречены скважинами (412, 414, 424, 425, 472, 491, 504, 517) на глубинах от 70 до 200 м. Часть скважин фонтанирует. Расходы самоизливающихся скважин (491, 504, 517), вскрывших водоносные породы до глубины 200 м, определены в 1,8—8,3 л/сек. Водоносность же отложений, залегающих на глубинах свыше 350—400 м, незна-

чительная, что подтверждается расходами фонтанирующих скважин (414, 425, 472), которые не превышали сотых долей литра в секунду.

Пресные воды гидрокарбонатно-натриевого состава (Сг^{Na}), приуроченные к верхнепермским осадкам, были встречены только одной скважиной (517) на глубине 67 м. Преимущественным развитием в разрезе верхнепермских отложений пользуются хлоридно-натриевые (Cl^{Na}) воды, минерализация которых на глубинах 150—250 м изменяется в пределах 2—6 г/л. На глубине 680—710 м встречены соленые хлоридно-натриевые воды с минерализацией до 35—40 г/л.

Водоносный комплекс отложений нижней перми. Этот комплекс выделен на площади бассейна к югу от гряды Чернышева, которая включает юг Усино-Кортаихинского (Большесынинский бассейн) и весь Верхне-Печорский бассейн.

Верхняя часть нижнепермских осадков (кунгурский ярус) в районе Средней Печоры представлена алевролитами с прослоями песчаников и песчанистых известняков. Южнее в разрезе яруса получают развитие гипсы и ангидриты, а на крайнем юге бассейна отложения содержат крупные залежи каменной соли. Мощность кунгура изменяется от 70—80 до 600—800 м. Породы артинского яруса, мощность которых на левобережье Печоры не более 100—120 м, а восточнее увеличивается до 500—600 м, на западе бассейна представлены известняками, которые к востоку замещаются известковистыми песчаниками с прослоями алевролитов и конгломератов. Разрез сакмарского и ассельского ярусов сложен известняками мощностью до 100 м на западе и до 200 м и более — на востоке.

Водоносность нижнепермских отложений мало изучена. На площади Большесынинского бассейна в интервале глубин 500—610 м скважиной (414) встречены слабосоленые ($M=55$ г/л) воды хлоридно-натриевого (Cl^{Na}) состава. В южной части Верхне-Печорского бассейна, где к отложениям перми приурочены залежи каменной соли, минерализация подземных вод высокая. Здесь наблюдаются источники (521) соленых ($M=18,6$ г/л) хлоридно-натриевых (Cl^{Na}) вод. Преимущественным развитием в этой толще (скв. 518, 519, 520) пользуются рассольные воды хлоридно-натриевого (Cl^{Na}) состава, минерализация которых увеличивается с 48 г/л на глубине 50—60 м до 242 г/л на глубине 140 м.

Водоносный комплекс отложений триаса и перми. Данный водоносный комплекс выделен в границах Усино-Кортаихинского бассейна, исключая площадь Большесынинского бассейна.

В границах Косью-Роговского артезианского бассейна и бассейна трещинных вод гряды Чернышева отложения триаса, представленные переслаивающимися песчаниками с глинами, сохранились лишь отдельными участками. На площади Кортаихинского бассейна в сложеннии осадков триаса, получающих здесь почти повсеместное развитие, участвуют песчаники, конгломераты, алевролиты и глины, причем в нижней части разреза преобладают песчаники и конгломераты. В основании триасовых отложений на севере Усино-Кортаихинского бассейна залегают один или несколько покровов палеобазальтов, и терригенные породы нередко содержат значительную примесь пирокластического материала. Мощность триасовых отложений в пределах Кортаихинского бассейна достигает 2200 м.

Осадки пермской системы на площади Усино-Кортаихинского бассейна развиты широко и являются угленосными. Они представлены толщей переслаивающихся песчаников, алевролитов и аргиллитов с углями. Встречаются также прослои конгломератов. В основании

осадков пермской системы залегает незначительная по мощности (12—16 м) пачка глинистых известняков. Общая мощность пермских отложений 5000—7000 м.

К породам комплекса приурочены трещинно-пластовые артезианские воды. Многие скважины, имеющие самые различные отметки устьев (80—230 м), фонтанируют. На площади Косью-Роговского артезианского бассейна и бассейна трещинных вод гряды Чернышева, где мерзлые породы имеют островное распространение и их мощность в большинстве случаев не превышает мощности толщи четвертичных осадков, условия циркуляции и питания подземных вод комплекса практически не осложнены. Водоносность пермской части комплекса здесь изучена достаточно хорошо. На участках, занятых мерзлыми толщами, условия циркуляции подмерзлотных вод более сложные и зависят как от характера и степени трещиноватости водовмещающих пород, так и от мощности мерзлого массива. В зависимости от этих условий водоносные породы встречаются скважинами (334, 335, 338, 342, 345, 346, 347, 349, 350, 352, 358, 359, 360, 363, 372, 374, 375, 376, 378, 381, 383, 389) на глубинах от 25—30 до 200—300 м.

Расходы большинства скважин (338, 345, 347, 349, 350, 352, 360, 374, 375, 381, 383), встретивших водоносные породы до глубины 120—130 м, определяются в 1—5, реже 15—20 л/сек. Удельные расходы этих скважин составляют в среднем 0,4—0,7 л/сек. Вместе с тем расходы отдельных скважин (358, 363, 372, 376, 389), вскрывших водоносные породы до этой же глубины, не превышают 0,1—0,3 л/сек, а их удельная производительность определена в сотые доли литра в секунду, что объясняется неоднородной трещиноватостью водовмещающей среды. Расходы скважин (335, 342, 359, 375), встретивших воду на глубине более 120 м, где трещиноватость горных пород более слабая, определяются десятками долями, а удельные — сотыми долями литра в секунду.

Коротаяхинский бассейн находится в области преимущественно сплошного развития мерзлых пород, которые осложняют условия циркуляции подземных вод не только в четвертичных образованиях, но и в верхней части разреза отложений комплекса. На участках, занятых галиками (скв. 331), подземные воды могут залегать на относительно небольшой глубине, но обычно они встречаются скважинами (327, 330, 332) под мерзлой толщей на глубине 140—230 м. Расходы этих скважин, имеющих самую различную удельную производительность, изменяются от десятых долей до нескольких литров в секунду. В зависимости от высотных отметок местности пресные и пресные с повышенной минерализацией (0,2—1,0 г/л) воды встречаются в разрезе до глубины 100—200 м. Преимущественным развитием в этом интервале глубин пользуются гидрокарбонатно-натриевые (Cl^{Na}) воды. На отдельных, более повышенных участках к самой верхней части разреза отложений приурочены воды гидрокарбонатно-кальциевого (Cl^{Ca}) состава.

Рядом скважин (327, 330, 334, 335, 352, 358, 359, 375) с глубины 90—150 м получены солоноватые хлоридно-натриевые (Cl^{Na} , п, м) воды, минерализация которых в зависимости от абсолютных отметок залегания водоносных пород изменяется от 1—2 до 7—8 г/л. Более подробная характеристика водоносности пермских отложений северной части Печора-Предуралья артезианского бассейна приведена в разделе главы, посвященном описанию гидрогеологии угольных месторождений.

Водоносный комплекс отложений карбона, девона и силура. Слагающие комплекс отложения представлены в основном карбонатными породами. Они выходят на поверхность в пределах бассейнов трещин-

ных вод гряды Чернышева и поднятия Чернова, а на остальной части площади Печора-Предуральского артезианского бассейна залегают на большой глубине и встречены лишь скважинами.

В границах бассейнов трещинных вод гряды Чернышева и поднятия Чернова получают развитие как грунтовые (трещинно-карстовые) воды, так и артезианские (трещинно-карстовые и пластово-трещинные) воды. На остальной площади Печора-Предуральского артезианского бассейна, где отложения комплекса перекрыты мощной толщей пермских осадков, встречаются преимущественно трещинно-пластовые и трещинные воды.

Участками разгрузки грунтовых вод является современная гидрографическая сеть. Дебиты источников грунтовых вод (310, 355, 357, 370, 371, 373, 379, 394) чаще всего определяются в 0,4—0,7 л/сек, но иногда достигают нескольких литров в секунду. Солевой состав грунтовых вод обычно гидрокарбонатно-кальциевый ($\text{С}_{\text{I,II,III}}^{\text{Ca}}$). По степени минерализации ($M=0,2-0,3$ г/л) воды пресные. Несколькими скважинами (329, 336, 343, 377, 382) в интервалах глубин 10—200 м встречены артезианские воды. Расходы этих скважин при удельной производительности от 0,9 до 2,3 л/сек определены в 2—16 л/сек. Подземные воды, приуроченные к верхней части разреза, являются пресными или пресными с повышенной минерализацией. На глубинах 550—2050 м комплекс вмещает высоконапорные артезианские воды, встреченные несколькими скважинами (415, 425, 464), расходы которых при опробовании разрезов на нефть и газопроявления определены в сотые и тысячные доли литра в секунду. С глубины свыше 300—400 м к породам комплекса приурочены соленые рассольные и крепкорассольные воды хлоридно-натриевого ($\text{С}_{\text{III}}^{\text{Na}}$) состава. Минерализация подземных вод в диапазоне глубин 550—2050 м увеличивается с 22 до 226 г/л.

В пределах бассейнов трещинных вод гряды Чернышева, поднятия Чернова и Северо-Уральского бассейна трещинных вод обращают на себя внимание несколько восходящих источников (328, 333, 348, 390) с расходами, достигающими 20 л/сек (348). Воды некоторых источников отличаются относительно высокой температурой, а также своеобразным солевым и газовым составом. Более полная характеристика этих вод дана в последующих главах.

Приведенные данные о водовмещающих толщах дочетвертичного возраста позволяют сделать вывод, что в пределах рассматриваемой территории некоторые водоносные горизонты и комплексы содержат значительные запасы пресных подземных вод, которые с успехом могут эксплуатироваться для целей водоснабжения.

Водоснабжение крупных населенных пунктов и промышленных предприятий нужно в первую очередь ориентировать на пресные воды хорошего санитарного качества следующих водоносных горизонтов и комплексов:

а) горизонта отложений верхнего мела (Печора-Предуральский бассейн);

б) комплекса келловейско-батских отложений (Мезенско-Вычегодский и Печорский бассейны);

в) комплекса отложений нижней перми и карбона (Канино-Тиманский бассейн);

г) комплекса отложений карбона, девона и силура (Северо-Уральский бассейн).

С более ограниченной производительностью возможна эксплуатация комплекса отложений триаса и перми (Печора-Предуральский бассейн) и комплекса отложений девона (Канино-Тиманский бассейн).

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОНАЛЬНОСТИ СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

В пределах рассматриваемой территории развиты подземные воды, весьма различные по химическому и газовому составу, степени минерализации и температуре. Их распределение по площади и в разрезе подчинено широтной и вертикальной зональностям. Первая выражена слабо, тогда как вторая четко проявляется в пределах всей обводненной толщи.

По гидродинамическим условиям в верхней части литосферы выделяются три зоны: первая — свободного, вторая — затрудненного и третья — весьма затрудненного водообмена.

Первая (верхняя) зона отличается большими скоростями водообменных процессов между подземными и поверхностными (атмосферными и речными) водами.

Вторая (средняя) зона характеризуется малыми скоростями водообмена. Воды этой зоны связаны с атмосферными лишь на участках, благоприятных для их питания, а разгрузка таких вод может осуществляться по зонам тектонических разломов.

Третьей (нижней) зоне свойственны исключительно малые скорости водообменных процессов. В пределах этой зоны подземные воды практически лишены связи с поверхностными и в той или иной степени сохранили свой реликтовый облик.

В пределах артезианских бассейнов трещинных вод по мере увеличения глубины залегания подземных вод наблюдается закономерное изменение их химического состава и степени минерализации, что позволяет выделить четыре сменяющие друг друга по вертикали гидрохимические зоны.

Первая зона — пресные воды. Минерализация до 1 г/л; в составе вод преобладают бикарбонаты кальция, магния, реже натрия.

Вторая зона — солоноватые воды. Минерализация 1—10 г/л; воды обычно хлоридно-натриевого состава и переходного типа от пресных к соленым: гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые и хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые воды. При наличии в разрезе гипсово-ангидритовых толщ в воде наблюдается повышенное содержание или преобладание сульфатов кальция.

Третья зона — соленые воды. Минерализация 10—50 г/л; в составе вод преобладают хлориды натрия.

Четвертая зона — рассолы. Минерализация свыше 50 г/л; зона в свою очередь делится на подзону слабых рассолов ($M=50—100$ г/л) хлоридно-натриевого состава и подзону крепких хлоридно-натриевых рассолов (с минерализацией более 100 г/л); в катионном составе крепкорассольных вод содержание кальция относительно большое.

Гидрохимическая зональность тесно связана с зональностью гидродинамической, но соответствия между границами гидрохимических и гидродинамических зон обычно не наблюдается. Однако можно считать, что для зоны свободного водообмена, где преобладают окислительные процессы, характерно присутствие пресных гидрокарбонатных вод; при наличии во водовмещающей толще соленосных или гипсоносных

пород в пределах верхней зоны могут быть встречены минерализованные воды различного анионного и катионного состава. Вторая гидрохимическая зона по существу является переходной от зоны свободного к зоне затрудненного водообмена. С ней (зоной малых скоростей водообменных процессов) обычно связаны соленые хлоридно-натриевые воды, часто с повышенным содержанием в их анионном составе сульфатов. К зоне весьма затрудненного водообмена, характеризующейся условиями восстановительной обстановки, приурочены различно метаморфизованные хлоридно-натриевые воды, показателем степени метаморфизации которых является увеличение содержания в их составе хлоридов кальция.

Каждая гидродинамическая зона может быть охарактеризована определенными геотермическими условиями. В пределах верхней гидродинамической зоны преимущественным развитием пользуются холодные воды с температурой менее 20°C, тогда как в нижней — термальные и высокотермальные воды, температура которых на глубине 3500 м достигает 88° С.

Газовая зональность подземных вод в значительной степени подчинена зональности гидродинамической: по мере увеличения глубин залегания подземных вод, а также в зависимости от степени закрытости водовмещающих толщ каждой гидродинамической зоне свойствен специфический состав растворенных в воде газов.

Поверхности раздела между зонами проводятся на различных глубинах, что связано с условиями, в которых происходило формирование подземных вод. Факторами, определяющими зональность и, следовательно, состав подземных вод, являются: физико-географические условия, геолого-структурный план территории и ее гидрогеологические особенности, геотермия и физико-химические процессы в системе порода — вода — газ. Воздействие перечисленных факторов существенно различно как в пределах бассейнов трещинных вод, так и на площади артезианских бассейнов, поскольку в гидрогеологическом отношении первые являются открытыми, а вторые — закрытыми.

Орографический план современной поверхности позволяет достаточно четко установить основные области питания подземных вод, из которых главными являются складчатые сооружения Урала и Тимана. Отчетливо выделяются в плане и местные базисы дренирования — долины крупных рек: Печоры, Вычегды и Мезени. Областью регионального дренирования являются моря, омывающие рассматриваемую территорию с севера (см. прил. 3).

Формирование состава подземных вод в двух нижних гидродинамических зонах тесно связано с древними этапами геологической истории региона. Поэтому прежде всего следует рассмотреть гидрогеологические обстановки прошлого.

1. ПАЛЕОГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ

Закономерности в распределении подземных вод различного состава и минерализации как в вертикальном разрезе, так и по площади отражают длительную геологическую историю развития региона, характеризующуюся неоднократной сменой морских и континентальных режимов. Главное значение в формировании подземных вод в континентальные периоды геологического развития имели воды атмосферного происхождения. Во время морских трансгрессий образовавшиеся ранее в массиве горных пород пресные воды замещались или смешивались с солеными, проникавшими в осадочную толщу из морских бассейнов. Некоторое участие в формировании состава подземных вод принад-

лежит седиментационным водам и водам, образовавшимся в результате различных форм магматической деятельности.

Для воссоздания начальных этапов гидрогеологической истории региона данных мало. Орогенез позднего протерозоя и раннего палеозоя, создавший древние структурные формы в Урало-Пайхойской области и на Тимане, сопровождался многочисленными дизъюнктивными нарушениями, разобщившими описываемую территорию на крупные блоки, что способствовало развитию водообменных процессов. Поэтому можно предполагать, что за время континентального развития от кембрия до девона толща пород на значительную мощность была хорошо промыта инфильтрационными водами.

Неоднократные трансгрессии в девонское время при неустойчивом геотектоническом режиме создали благоприятные условия для проникновения морских вод в породы, слагавшие дно и побережья бассейнов. Климат этого периода был жарким и преимущественно сухим. Хотя в эпохи регрессии некоторые приподнятые участки могли быть хорошо промыты пресными водами, в целом в это время, вероятно, преобладали процессы, способствовавшие увеличению степени минерализации подземных вод.

Девон был эпохой активного вулканизма, проявления которого достигли наибольшей интенсивности в конце среднего и в начале верхнего девона. В это время на глубине существовали многочисленные магматические очаги, выделявшие в осадочную оболочку продукты гидротермальных процессов, которые частично конденсировались в водонасыщенных толщах. Все это позволяет предполагать, что в формировании подземных вод принимали также участие и воды магматического происхождения. В глубоких депрессиях, где подземные воды вскоре оказались изолированными от поверхностных мощными водоупорными толщами, они могли долго сохранять свои первоначальные свойства.

В каменноугольном периоде происходило накопление мощных толщ известняков и доломитов, которые впоследствии стали крупными емкостями пластово-трещинных вод. В местах, оставшихся сушей, преобладали явления замещения минерализованных подземных вод пресными инфильтрационными, чему способствовало значительное количество выпадавших в этот период атмосферных осадков. Там, где карбонатные породы были выведены на поверхность, в них стали развиваться процессы выщелачивания и карстообразования.

Осадконакопление пермского периода оказало глубокое воздействие на солевой состав подземных вод. Большие пространства равнинной суши, образовавшейся в нижнепермское время после регрессии моря и усыхания реликтовых водоемов, стали областью континентальной седиментации. Толщи, сформировавшиеся здесь в морских и лагунных условиях, заключали в себе скопления соленых седиментационных вод, а породы, отлагавшиеся в континентальных условиях, содержали значительное количество растворимых соединений. Климат пермского периода был жарким и, за исключением северо-восточной части региона, преимущественно сухим. Основная масса атмосферных осадков расходовалась на испарение, а та часть воды, которая проникала в глубь толщи горных пород, быстро засолялась. Участие атмосферной влаги в питании подземных вод было незначительным, и процессы замещения соленых первичных вод пресными инфильтрационными протекали слабо.

Таким образом, весь пермский период являлся эпохой формирования главным образом минерализованных подземных вод, а отложившиеся в нижней перми мощные толщи хемогенных пород нередко

становились источниками засоления подземных вод и в последующие геологические периоды. Только в северо-восточной части Предуральяского прогиба, в области развития угленосных отложений, образовавшихся в условиях влажного климата, пермская седиментация не оказала существенного влияния на характер минерализации подземных вод.

Подземные воды в триасе были различными по своей минерализации. Песчано-галечные отложения в основании триаса, прослеживающиеся на больших площадях, стали резервуаром крупных скоплений пресных вод, а в залегающих выше осадках формировались локальные скопления пресных или незначительно засоленных вод, приуроченных к линзам или прослоям песчаных отложений. Инфильтрация триасовых вод в более древние отложения приводила к замещению концентрированных растворов слабоминерализованными или пресными водами, но эти процессы в триасе, по-видимому, не получили широкого развития. В целом процессы опреснения подземных вод в эту эпоху, вероятно, преобладали над процессами засоления, столь характерными для пермского периода.

Мощные тектонические движения древнекиммерийской фазы оказали большое влияние на сложившуюся гидрогеологическую обстановку. Они повлекли за собой увеличение трещиноватости пород и явились причиной появления многочисленных зон разломов, которые стали путями разгрузки подземных вод, залегавших на больших глубинах. Многие блоки и массивы палеозойских пород, ранее находившиеся в зонах затрудненного и весьма затрудненного водообмена и вмещающие высокоминерализованные подземные воды, были приподняты и перемещены в зону активного водообмена. В приподнятых блоках и массивах стали активно развиваться процессы замещения соленых вод пресными. В толщах, сложенных карбонатными породами или глинами и ангидритами, началось карстообразование.

С другой стороны, в это время большие площади развития триасовых отложений, ранее бывшие основнымместищем пресных или слабоминерализованных вод, во многих местах оказались опущенными на значительную глубину или были приведены по дизъюнктивам в соприкосновение с засоленными палеозойскими толщами. В этих случаях в триасовых отложениях происходило обратное явление — замещение пресных или слабоминерализованных вод концентрированными рассолами. Можно предполагать, что в результате раннемезозойского орогенеза (древнекиммерийской фазы) на рассматриваемой территории были заложены основы современной гидрохимической зональности подземных вод.

Климат юрского периода был теплым и влажным, и процессы замещения соленых вод пресными развивались интенсивно. Этому способствовало значительное расчленение страны эрозийными процессами и активное карстообразование в районах распространения карбонатных и гипсоносных отложений. Морские отложения, нигде не достигавшие большой мощности, при регрессиях быстро промывались атмосферными водами. В келловейско-батских песчаных отложениях сформировался регионально выдержанный и мощный горизонт пресных вод.

В осадках верхней юры, представленных преимущественно глинистыми породами, образовались спорадические скопления подземных вод, приуроченные к зонам контактов пород различного литологического состава (в том числе к зонам контакта горючих сланцев с вмещающими породами). Но такие скопления были обычно не выдержанными по площади.

Инфильтрация вод меловых морей в нижележащие отложения привела к замещению части пресных подземных вод солеными. Этот про-

цесс в наибольшей степени отразился на химическом составе подземных вод, связанных с пермскими отложениями на севере Предуральяского прогиба, где значительная часть угленосных пород формировалась в условиях пресноводных бассейнов.

В эпоху высокого стояния материка в палеогене и в начале неогена климат постепенно менялся от близкого к тропическому — в конце мелового периода — до умеренного — в начале неогена. Количество атмосферных осадков подвергалось значительным колебаниям, но в общем было скорее избыточным, чем недостаточным. Благоприятные условия для проникновения атмосферной влаги в глубь массива горных пород способствовали процессам интенсивного замещения минерализованных подземных вод пресными. В районах распространения юрских и меловых отложений в долинах рек были широко развиты оползни, а в областях распространения гипсоносных и карбонатных отложений шло активное карстообразование.

В целом континентальный период геологической истории описываемого региона в палеогене и нижнем миоцене нужно рассматривать как период формирования крупных скоплений пресных подземных вод и увеличения мощности зоны свободного водообмена.

Палеогидрогеологическая обстановка конца неогена и плейстоцена представляется следующей. С началом трансгрессии Арктического бассейна процессы замещения минерализованных подземных вод пресными — инфильтрационными замедлились и могли происходить лишь на участках, остававшихся сушей. Однако глубина проникновения вод морских бассейнов, имевших к тому же пониженную соленость, в толщи, вмещавшие пресные воды, вероятно, была ограниченной. Поэтому существенного влияния на изменение солевого состава и степень минерализации ранее образовавшихся подземных пресных вод трансгрессия не оказала.

Формирование скоплений подземных вод, связанных с четвертичными и четвертично-неогеновыми отложениями, в основном происходило в верхнечетвертичную эпоху после регрессии моря и конца максимального оледенения.

Анализ палеогидрогеологических обстановок прошлого дает основание предполагать, что существующая гидрохимическая зональность в центральных частях артезианских бассейнов отражает исторические условия формирования подземных вод. На относительно большой глубине в артезианских бассейнах залегают воды, которые, по-видимому, в значительной мере унаследовали свой состав от древних геологических эпох, включая ранний мезозой. Более молодые отложения (от юрских до современных) вмещают обычно пресные, зачастую мало-минерализованные воды, образовавшиеся преимущественно при активном участии вод атмосферного происхождения.

2. СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И УСЛОВИЯ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ В ЗОНЕ СВОБОДНОГО ВОДООБМЕНА

В пределах верхней гидродинамической зоны распространены грунтовые и артезианские воды. Грунтовые поровые воды приурочены к верхней части разреза четвертичных отложений, а грунтовые трещинные — к выходящим на поверхность выветрелым породам дочетвертичного возраста. Артезианские слабонапорные порово-пластовые воды приурочены к среднечетвертичным и неоген-четвертичным отложениям, а относительно высоконапорные преимущественно пластово-поровые, трещинно-пластовые и трещинно-карстовые воды — к породам дочетвертичного возраста.

Направленность и скорость водообменных процессов при формировании подземных вод в зоне свободного водообмена зависит от гипсометрического положения той или иной области, степени проницаемости отложений и наличия в составе водовмещающих толщ растворимых пород, глубины вреза речной сети, условий питания и разгрузки подземных вод, а на севере региона — и от наличия толщ многолетнемерзлых пород.

Преобразование химического состава находящихся в породах хлоридно-натриевых вод морского генезиса при замещении их пресными атмосферными происходит в следующей последовательности. На первом этапе процессы замещения в толщах, где отсутствуют легкорастворимые соединения (соли, гипсы, ангидриты и др.), приводят лишь к уменьшению общей минерализации подземных вод. В дальнейшем процесс опреснения вод с минерализацией менее 4—3 г/л сопровождается изменением их анионного состава, и при минерализации около 1 г/л солевой состав подземных вод становится гидрокарбонатно-натриевым. На конечном этапе замещения, при уменьшении степени минерализации до 0,5 г/л, в катионном составе подземных вод начинает преобладать кальций. Появление более минерализованных вод, в анионном составе которых могут преобладать хлор или сульфат, а в катионном — натрий, в каждом отдельном случае находит свое объяснение особыми условиями питания этих вод.

Подземные воды четвертичных отложений

Грунтовые воды четвертичных отложений, питающиеся преимущественно атмосферными осадками, формируют свой химический состав за счет выщелачивания из водовмещающей среды кальция и магния. Движение грунтовых вод направлено от возвышенностей к долинам рек.

Наличие толщ многолетнемерзлых пород ухудшает водообменные процессы, однако распространение массивов мерзлых пород большой мощности на севере региона ограничено по площади.

На крупных положительных формах рельефа современной поверхности в пределах Урала и Тимана, где покров четвертичных отложений маломощный или вообще отсутствует, формируются наименее минерализованные воды. Так, например, к элювиально-делювиальным отложениям, вследствие хорошей их проницаемости и исключительно благоприятных условий водообмена, приурочены гидрокарбонатные кальциевые или магниевые ультрапресные воды с минерализацией менее 0,2 г/л.

На обширных водораздельных пространствах, занятых ледниковыми и ледниково-морскими осадками, наблюдаются спорадические скопления грунтовых вод, имеющие ограниченное распространение. Условия их водообмена относительно благоприятны, в связи с чем по степени минерализации ($M=0,2—0,3$ г/л) эти воды являются пресными маломинерализованными. Анионный состав вод гидрокарбонатный, иногда с заметным содержанием хлора и сульфата.

На водораздельных площадях юго-востока территории Коми АССР, покрытых озерно-аллювиальными и флювиогляциальными отложениями, формируются грунтовые воды различной степени минерализации — от 0,2 до 0,5 г/л. Водовмещающие породы, достигающие иногда больших мощностей, неоднородны по степени проницаемости. Поступление атмосферных осадков в эту толщу более затруднено, а условия для разгрузки грунтовых вод в связи с незначительными уклонами поверхности подстилающих эти песчаные породы леднико-

вых суглинков малоблагоприятны. По солевому составу воды гидрокарбонатные кальциевые и кальциево-магниевые, но в силу замедленности водообменных процессов в их анионном составе иногда наблюдается повышенное содержание сульфата или хлора; в катионном составе более минерализованных вод заметно увеличивается содержание натрия.

Условия для формирования грунтовых вод верхнечетвертичных озерно-аллювиальных и нерасчлененных озерно-аллювиальных и флювиогляциальных отложений, слагающих верхние части разреза высоких речных террас, благоприятны. Хорошая проницаемость этих отложений и сравнительная близость областей разгрузок обуславливают формирование здесь ультрапресных ($M=0,2$ г/л) преимущественно гидрокарбонатно-кальциевых вод. По мере роста протяженности путей транзита вод к области разгрузки (долинам крупных рек) и в тех случаях, когда в их питании начинают принимать участие подземные воды пород, слагающих водораздельные пространства, минерализация грунтовых вод увеличивается. Поэтому отложения нижних частей разрезов высоких речных террас вмещают более минерализованные воды ($M=0,3-0,4$ г/л), обычно гидрокарбонатного кальциево-магниевого состава.

В формировании химического состава грунтовых вод аллювиальных отложений поймы и первой надпойменной террасы наряду с атмосферными участвуют и воды, приуроченные к поверхностным образованиям водоразделов и склонов речных долин, так как область разгрузки этих вод является речная сеть. Частично грунтовые воды питаются за счет артезианских, обычно пресных, но иногда и минерализованных, выходы которых наблюдаются в нижних частях склонов глубоко врезаемых речных долин. В паводковые периоды эти воды пополняют свои запасы за счет речных вод.

По характеру минерализации и химическому составу воды верхнечетвертичных и современных аллювиальных отложений более разнообразны. Их минерализация обычно колеблется в пределах $0,2-0,5$ г/л, но встречаются пресные воды с повышенной минерализацией ($M=0,5-1,0$ г/л). Иногда на участках выходов на поверхность минерализованных вод аллювиальные отложения вмещают солоноватые воды. Пресные воды имеют преимущественно гидрокарбонатно-кальциево-магниевый состав, тогда как в пресных гидрокарбонатных водах повышенной минерализации отмечается относительно высокое содержание натрия, вплоть до преобладающего. Состав минерализованных вод чаще всего хлоридно-натриевый.

Грунтовые воды морских четвертичных отложений, пользующиеся распространением на севере территории, формируют свой состав преимущественно за счет инфильтрационных вод. Но в их питании могут принимать участие относительно минерализованные воды, частично разгружающиеся вблизи побережья из более глубоко залегающих водоносных толщ. Наиболее однородные по степени минерализации и чаще всего ультрапресные гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-хлоридные и гидрокарбонатно-сульфатные воды, в катионном составе которых преобладает кальций, приурочены к морским отложениям, широко развитым на склонах долины р. Печоры. К западу от Тимана морские отложения вмещают гидрокарбонатные воды, иногда с заметным содержанием хлора и сульфата. Их катионный состав кальциевый и натриевый. Воды пресные с минерализацией $0,2-0,5$ г/л.

В пределах узкой полосы, протягивающейся вдоль морского побережья, где на формирование подземных вод оказывают влияние морские приливы, минерализация грунтовых вод, залегающих выше от-

метки регионального базиса дренирования, различная. Наряду с пресными здесь встречаются соленоватые воды с минерализацией до нескольких граммов на литр. Анионный состав вод гидрокарбонатный или хлоридный, а катионный — кальциевый или натриевый.

Состав распространенных под толщей относительно водоупорных ледниковых и ледниково-морских отложений слаборапорных вод, приуроченных к породам неоген-четвертичного возраста, формируется в основном за счет инфильтрационных вод. Питание этих вод за счет атмосферных осуществляется преимущественно на относительно возвышенных участках, где покров водоупорных пород сравнительно маломощный. Кроме того, в их питании участвуют и подземные воды, приуроченные к породам дочетвертичного возраста. Состав рассматриваемых вод, пресных по степени минерализации ($M=0,2-0,5$ г/л), обычно гидрокарбонатно-кальциевый, что свидетельствует о благоприятных условиях водообмена. На относительно большой глубине, где водообменные процессы несколько затруднены, встречаются гидрокарбонатно-натриевые воды с минерализацией до 0,8 г/л.

Во всех случаях область разгрузки подземных вод четвертичных отложений является речная сеть.

Подземные воды дочетвертичных отложений Урало-Тиманской системы бассейнов трещинных вод

Складчатые сооружения Урала, Тимана, Пай-Хоя и других, более мелких структур, где выведены на поверхность дислоцированные отложения палеозойского и протерозойского возраста, в гидрогеологическом отношении являются раскрытыми. В силу этого обстоятельства они служат главными областями питания палеозойских отложений Печорской и части Русской системы артезианских бассейнов. Они также являются областями формирования поверхностного и неглубокого подземного стока атмосферных вод, за счет которых осуществляется питание подземных вод верхнепалеозойских и мезозойских пород.

Большое количество выпадающих осадков, особенно на западном склоне Урала, способствует питанию подземных вод. Инфильтрации атмосферных осадков благоприятствуют отсутствие или малая мощность слабоводопроницаемых четвертичных отложений, повышенная трещиноватость скальных пород, а также значительная расчлененность современного рельефа.

Химический состав и степень минерализации подземных вод зоны свободного водообмена в пределах бассейнов трещинных вод отличаются большим разнообразием, чем в разрезе четвертичных отложений, и в основном зависят от литологического состава водовмещающей среды и условий разгрузки подземных вод. При прочих равных условиях мощность зоны свободного водообмена определяется гипсометрическим положением той или иной области.

Канино-Тиманский бассейн трещинных вод. В осевой части бассейна к толще выходящих на поверхность метаморфических пород водоносного комплекса протерозойских отложений приурочены ультрапресные и пресные ($M=0,1-0,4$ г/л), обычно гидрокарбонатные, реже сульфатные различного катионного состава трещинные грунтовые воды, сменяющиеся на глубине трещинно-жильными пресными водами более повышенной минерализации.

Состав этих вод формируется в пределах выветрелой зоны массивов метаморфических пород, мощность которой различная, но обычно определяется несколькими десятками метров. Однако на участках вы-

ходов на поверхность легко поддающихся выщелачиванию горных пород (карбонатов), а также в благоприятных для разгрузки подземных вод условиях глубина проникновения в массив маломинерализованных вод значительно увеличивается. Об изменении химического состава пресных вод на глубине сведения отсутствуют. Условно следует считать, что граница пресных вод с солоноватыми, в зависимости от высотного положения выходов на поверхность метаморфических толщ и степени их выветрелости, может располагаться на глубинах от 50—100 до 200—300 м, но, как правило, не ниже абсолютной отметки 100 м.

С залегающими на относительно небольшой глубине частично терригенными и карбонатными породами девонского возраста, выходящими на поверхность в центральной части бассейна, связаны преимущественно артезианские пресные и слабосолоноватые воды. Пресные гидрокарбонатно-кальциевые воды встречаются на глубине около 50 м, а слабосолоноватые сульфатно-натриевые воды могут появляться на глубине порядка 60 м за счет выщелачивания из водовмещающих пород растворимых солей.

В центральных частях пологих антиклинальных поднятий и в синклиналях, где условия водообмена в связи с частым переслаиванием водоносных и относительно водоупорных толщ затруднены, мощность зоны пресных вод минимальная и не превышает 50—100 м. На крыльях антиклинальных структур водоносные породы выводятся на поверхность, и глубина проникновения пресных вод иногда увеличивается до 150—200 м.

Смена пресных вод солоноватыми хлоридно-натриевыми на большей части площади, по-видимому, будет наблюдаться в пределах абс. отметок 100—50 м.

Преимущественно карбонатные отложения нижнепермско-каменноугольного комплекса, обрамляющие по периферии Канино-Тиманский бассейн трещинных вод, промыты на значительную глубину. Здесь процессы замещения первичных вод инфильтрационными протекали весьма интенсивно вследствие хороших фильтрационных свойств карстующихся пород и высокого гипсометрического положения этой полосы, способствующего стоку атмосферных вод в направлении Мезенско-Вычегодской и Печорской синеклиз.

В пределах верхней гидродинамической зоны встречаются как гидрокарбонатные пресные, так и сульфатные пресные и солоноватые воды. Катионный состав вод обычно кальциевый, реже натриевый. Сульфатный анионный состав подземных вод, часто солоноватых по степени минерализации, связывается с наличием в разрезе отложений нижней перми (особенно кунгура) — гипсов и ангидритов.

Областью разгрузки подземных вод комплекса на юго-западном склоне Тимана является бассейн р. Выми, в долине которой наблюдаются источники солоноватых сульфатно-кальциевых вод с расходами до нескольких десятков литров в секунду. На Юго-Восточном Тимане зона пресных вод достигает значительной мощности. Разгрузка происходит в древнюю долину р. Печоры с глубиной вреза примерно до абсолютной отметки, близкой к нулевой.

Глубоко проникли пресные воды в закарстованные нижнепермско-каменноугольные отложения Тобышского артезианского бассейна. Но здесь условия разгрузки в р. Тобыш менее благоприятные, в связи с чем в разрезе бассейна на глубине порядка 160 м (абс. отм. около 0 м) уже появляются пресные гидрокарбонатные сульфатно-натриевые воды с минерализацией около 0,8 г/л.

В пределах нижнепермско-каменноугольного комплекса солоноватые воды хлоридно-натриевого состава выше нулевой отметки отсут-

ствуют. Вероятнее всего, они могут находиться в диапазоне абсолютных отметок минус 50—150 м. Исходя из этого мощность верхней гидрохимической зоны может достигать 200—250 м.

Приуроченные к отложениям комплекса большие скопления пресных вод являются основным источником пополнения ресурсов этих вод в Мезенско-Вычегодском, Печорском и Печора-Предуральском артезианских бассейнах.

Пайхойский и Северо-Уральский бассейны трещинных вод. В гидрогеологическом отношении эти бассейны почти не изучены. Ввиду наличия мощной толщи мерзлых пород присутствие пресных вод, кроме надмерзлотных, в верхней части разрезов Пайхойского и в крайней северной части Северо-Уральского бассейнов маловероятно.

Есть основание полагать, что вне области развития мерзлых толщ в отложениях досилурийского возраста, слагающих осевую часть Урала, до отметок местных эрозионных врезов содержатся только пресные гидрокарбонатные маломинерализованные воды, разгружающиеся у подножий склонов долин.

В обрамляющих Северо-Уральский бассейн преимущественно карбонатных отложениях каменноугольно-силурийского водоносного комплекса условия для водообменных процессов вне области развития многолетнемерзлых пород благоприятные. Этому способствует хорошая раскрытость площади, большое количество выпадающих атмосферных осадков, значительная расчлененность рельефа и закарстованность пород. Наличие здесь источников пресных вод гидрокарбонатного кальциево-магниевого состава с расходами, достигающими нескольких кубических метров в секунду, позволяет считать, что комплекс вмещает большие запасы пресных вод, которые питают подземные воды Печора-Предуральского артезианского бассейна и лишь частично разгружаются у подножия Уральского хребта. Мощность зоны пресных вод в разрезе каменноугольно-силурийских отложений не установлена, но, по-видимому, пресные воды развиты до отметки регионального эрозионного вреза или даже несколько ниже его.

Подземные воды дочетвертичных отложений Печорской и Русской системы артезианских бассейнов

В значительной степени закрытыми в гидрогеологическом отношении являются почти все синклинальные структуры, в пределах которых выделены артезианские бассейны Печорской и Русской систем. Достаточно мощный покров преимущественно водоупорных четвертичных отложений и частое чередование в разрезах бассейнов водоносных и водоупорных толщ дочетвертичного возраста значительно затрудняют обменные процессы между атмосферными и подземными водами. Поэтому в артезианских бассейнах формирование гидрохимической зональности в палеозойских и протерозойских породах происходит в основном за счет поступления пресных вод со стороны областей питания — бассейнов трещинных вод. Состав же подземных вод верхней гидродинамической зоны, приуроченных к мезозойским, главным образом меловым и юрским отложениям, в последнюю континентальную эпоху развития региона формировался при активном участии атмосферных вод.

В пределах артезианских бассейнов мощность зоны свободного водообмена и химический состав ее вод отличаются разнообразием, в зависимости от степени раскрытости отдельных площадей, литологического состава водовмещающей среды и условий разгрузки подземных

вод. Наиболее промыты инфильтрационными водами породы мелового и юрского возраста.

Верхнемеловые отложения, развитые в северо-восточной части Печора-Предуралья бассейна, выполняют понижения в рельефе пермских пород, и максимальная глубина их залегания ограничивается отметкой минус 40 м. Воды верхнемелового водоносного горизонта по характеру циркуляции являются порово-трещинными. Высокая степень промытости отложений, имеющих мощность до 100—150 м, но, по-видимому, еще не полная, объясняется хорошей проницаемостью пород, большой площадью питания и наличием области разгрузки в долине р. Усы. Частично воды верхнемелового горизонта участвуют в питании вод пермских отложений, с которыми они гидравлически взаимосвязаны. Обращает на себя внимание весьма однообразный преимущественно гидрокарбонатно-натриевый состав вод горизонта, указывающий на наличие катионного обмена между инфильтрационными водами и толщами глауконитовых песчаников.

В отложениях келловейско-батского водоносного комплекса, вмещающих порово-пластовые воды, процессы замещения вод морского генезиса пресными особенно активно развивались на площади Ижма-Печорского артезианского бассейна благодаря значительной мощности проницаемых пород. Пресные гидрокарбонатно-натриевые воды в центральной части бассейна иногда встречаются до глубины около 300 м, соответствующей абсолютной отметке минус 290 м (скв. 409). Поэтому есть основания считать, что келловейско-батские отложения и перекрывающие их породы верхнеюрского и нижнемелового возраста вмещают здесь преимущественно пресные воды. Ближе к периферической части бассейна к нижней части разреза келловейско-батских отложений могут быть приурочены солоноватые воды, на что указывает относительно высокая минерализация пресных подземных вод, встреченных скв. 402 на глубине около 160 м (абс. отм. минус 130 м). В краевых частях бассейна глубина распространения зоны пресных вод ограничивается мощностью юрских отложений, которые ниже нулевой абсолютной отметки здесь не залегают.

Область питания вод келловейско-батского комплекса в южной и юго-восточной наиболее возвышенных частях Ижма-Печорского бассейна занимает большую площадь. Основная область разгрузки подземных вод комплекса находится в северной части бассейна. Местами разгрузки здесь являются глубокие врезы долины р. Печоры и полоса выклинивания юрских отложений вблизи выхода на поверхность пород триасового возраста (см. прил. 3). Движение подземных вод с юга на север хорошо подтверждается падением в этом направлении их пьезометрических уровней. На площади Большеземельского артезианского бассейна глубина распространения пресных вод в отложениях юры и мела значительно сокращена и ограничена абсолютными отметками от 0 до минус 50 м. Здесь неблагоприятные условия питания связаны с наличием более мощного и практически водоупорного чехла четвертичных отложений, который к тому же на севере бассейна находится в области развития многолетнемерзлых пород. Местные области разгрузки здесь отчетливо не выделяются.

В крайней северной части Печорского артезианского бассейна пресные воды ниже абсолютной нулевой отметки не залегают и в разрезе верхнемезозойских отложений могут отсутствовать вообще.

В центральной и южной частях Мезенско-Вычегодского бассейна наиболее промытыми также являются отложения келловейско-батского водоносного комплекса, имеющие на значительной площади своего развития мощность 80—90 м. Благодаря хорошим условиям водо-

обмена отложения комплекса, максимальная глубина залегания которых ограничена абсолютными отметками 20 — минус 20 м, вмещают пресные, иногда пресные с повышенной минерализацией гидрокарбонатно-кальциевые воды. Аналогичный состав и степень минерализации имеют воды спорадического распространения в перекрывающих комплекс породах верхней юры и нижнего мела.

Областью разгрузки подземных вод являются долины рек Вычегды и Сысолы и их крупных притоков, днища древних врезов которых иногда имеют абсолютные отметки около 40 м. Движение подземных вод в сторону речных долин доказывается падением в этом направлении их пьезометрических уровней.

Мощность зоны свободного водообмена в водоносных комплексах терригенных отложений триаса и перми, вмещающих преимущественно трещинно-пластовые воды, на большей части площади их развития относительно невелика и колеблется от первых десятков до 50—100 м. Так, в Мезенско-Вычегодском, Печорском и южной части Печора-Предуральского артезианского бассейнов глубина распространения пресных гидрокарбонатных вод в отложениях триаса и перми не опускается ниже абсолютных отметок местных эрозийных врезов (60—80 м). Редко гидрокарбонатные воды встречаются до глубин, соответствующих абсолютным отметкам 50—0 м. Слабая проницаемость этих отложений объясняется плохой проницаемостью пород и отсутствием отчетливо выраженных местных областей питания и разгрузки подземных вод.

В бассейнах верхнего течения рек Мезени и Вашки (Мезенско-Вычегодский артезианский бассейн), где в составе верхнепермских отложений содержатся легкорастворимые соли, пресные воды, вероятно, отсутствуют (см. прил. 3). В данном случае водообменные процессы одновременно сопровождаются выщелачиванием солей из водовмещающих толщ.

Отложения нижнепермского водоносного комплекса, выходящие на поверхность в южной части Печора-Предуральского артезианского бассейна (Верхне-Печорский соленосный бассейн), вмещают, по всей вероятности, только относительно высокоминерализованные воды, что подтверждается выходами в этом районе источников соленых вод.

Более благоприятными условиями для водообмена характеризуется площадь развития отложений водоносного комплекса триаса и перми, выделенного в северной части Печора-Предуральского артезианского бассейна. Сравнительно хорошо изучена гидрохимическая характеристика зоны свободного водообмена в отложениях рассматриваемого комплекса на юге Усино-Коротайхинского бассейна. Здесь основная область питания подземных вод располагается в пределах возвышенной периферийной части бассейна. В формировании состава подземных вод принимают участие как инфильтрационные воды, так и воды, поступающие в бассейн со стороны обрамляющих синклинальную структуру бассейнов трещинных вод. Условия питания осложняются только в северной части бассейна, где получают развитие многолетнемерзлые толщи. Разгрузка подземных вод происходит в пределах глубоко врезанных долин р. Усы и ее крупных притоков.

Зона пресных вод, мощность которой достигает 150—200 м, в разрезе отложений комплекса делится на две подзоны: верхнюю — гидрокарбонатных кальциево-магниевых и нижнюю — гидрокарбонатных натриево-кальциевых и натриевых вод. На севере Печора-Предуральского бассейна распространение вод верхней подзоны прерывистое; объясняется это наличием многолетнемерзлых пород, иногда достигающих

значительной мощности. Пресные воды в разрезе могут проследиваться до глубины 250—300 м (асб. отм. минус 30—50 м).

Подземные воды комплексов допермского возраста оказываются в зоне свободного водообмена лишь на участках, где эти отложения залегают близко к поверхности. К таким участкам относятся южная часть Печора-Малоземельского вала, складчатые сооружения гряды Чернышева, поднятия Чернова и ряда более мелких структур.

Гидрогеологическая обстановка в южной части Печора-Малоземельского вала, где выходят на поверхность отложения нижнепермско-каменноугольного и девонского водоносных комплексов, сложная. С одной стороны, пресные гидрокарбонатные воды зоны свободного водообмена здесь встречаются на глубине около 200 м (абс. отм. минус 100 м), а с другой — по зонам тектонических разломов изливаются минерализованные воды хлоридно-натриевого состава.

Отложения водоносного комплекса карбона, девона и силура выходят на поверхность лишь в пределах бассейнов трещинных вод гряды Чернышева и поднятия Чернова. В их питании, кроме атмосферных, принимают участие пресные, солоноватые и соленые воды источников, имеющие сложный солевой состав. Пресные воды преимущественно гидрокарбонатно-кальциевого состава могут залегать до глубин 100—250 м и ограничиваются абсолютными отметками 0 — минус 50 м.

3. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ В ЗОНАХ ЗАТРУДНЕННОГО И ВЕСЬМА ЗАТРУДНЕННОГО ВОДООБМЕНА

По мере увеличения глубин залегания подземных вод роль физико-географических факторов, в значительной степени определяющих условия формирования вод зоны свободного водообмена, постепенно утрачивается. Поскольку с глубиной увеличивается закрытость недр и резко уменьшаются скорости движения подземных вод, главная роль в их формировании начинает принадлежать сложным физико-химическим процессам, протекающим между водой и вмещающими породами. Поэтому в условиях затрудненного и весьма затрудненного водообмена возрастает минерализация вод и происходит их метаморфизация.

На больших глубинах (свыше 1,5—2,0 км) в зоне весьма затрудненного водообмена, где скорости движения ничтожно малы, можно предполагать наличие инфильтрационных вод, поступивших в толщу горных пород десятки миллионов лет назад и превратившихся в рассолы. В отдельных хорошо изолированных водных скоплениях могли сохраниться древние высокометаморфизованные рассолы, образовавшиеся при доле участия седиментационных и ювенильных вод. И. К. Зайцев (1960) считает, что межпластовые воды зоны весьма затрудненного водообмена имеют непосредственную связь с дневной поверхностью лишь на ограниченных участках, где она осуществляется по крупным трещинам тектонического происхождения. По трещинам разломов в одних случаях происходит разгрузка этих вод, а в других — их пополнение водами из вышележащих зон. Не исключается и некоторый водообмен через перекрывающие водоносные породы относительно водоупорные толщи.

Ряд источников, выходящих на поверхность на площади артезианских бассейнов, подтверждает наличие таких связей, однако отчетливо выраженных областей разгрузок вод зоны весьма затрудненного водообмена пока не установлено.

В региональном плане движение глубоко залегающих вод, по-видимому, направлено в сторону северных морей.

В пределах зон затрудненного и весьма затрудненного водообмена распространены преимущественно трещинно-пластовые и трещинно-жилые высоконапорные воды.

Для зоны затрудненного водообмена характерно присутствие подземных вод, в анионном составе которых преобладающая роль принадлежит хлору, а в катионном — натрию. По степени минерализации воды солоноватые и соленые. Верхняя граница зоны, за исключением хорошо промытых участков литосферы, отмечается примерно на уровне регионального базиса дренирования (асб. отм. ± 0 м).

Граница между зонами затрудненного и весьма затрудненного водообмена проводится по появлению рассолов с минерализацией свыше 50 г/л. В зависимости от гидродинамических условий, обусловленных степенью проницаемости горных пород, наличием областей питания и разгрузок подземных вод, рассольные воды зоны весьма затрудненного водообмена могут быть встречены на глубине от 400—500 до 600—800 м, т. е. в диапазоне абсолютных отметок минус 300—800 м.

Подземные воды зоны весьма затрудненного водообмена имеют в основном однородный анионный состав, в котором преобладает хлор. Катионный состав вод — натриевый, но по мере роста метаморфизации рассолов в составе вод заметно увеличивается содержание хлоридов кальция. Максимальная минерализация крепких рассолов в пределах изученных глубин (до 2500—3000 м) не превышает 270 г/л.

В дальнейшем при описании рассолов используются коэффициенты $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}}$ и $\frac{r_{Cl}}{r_{Br}}$, которые для подземных вод зоны весьма затрудненного водообмена имеют следующие значения: $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}}$ обычно менее 0,72, а $\frac{r_{Cl}}{r_{Br}}$ ниже 250.

Канино-Тиманский бассейн трещинных вод. Мощность зоны затрудненного водообмена в комплексе отложений протерозоя сравнительно мала. Верхняя граница зоны регистрируется обычно на глубине, имеющей абсолютную отметку около 100 м. Хлоридно-натриевые рассолы зоны весьма затрудненного водообмена появляются здесь на глубинах абсолютных отметок от минус 50 до минус 300 м. В зоне весьма затрудненного водообмена минерализация подземных вод по мере увеличения глубин их залегания быстро растет, и на глубине, соответствующей абсолютной отметке минус 600 м, появляются крепкие ($M=100$ г/л) хлоридные натриево-кальциевые рассолы.

В отложениях девонского водоносного комплекса гидродинамическая обстановка несколько иная. Верхняя граница зоны затрудненного водообмена располагается в пределах абс. отметок 100—50 м, но в карбонатных толщах может иногда опускаться ниже отметки регионального базиса дренирования. Так, в разрезе Ухтинской антиклинальной складки солоноватые воды в сводовой части залегают на отметках 100—50 м, а на крыльях — минус 50 м.

Рассольные хлоридно-натриевые воды зоны весьма затрудненного водообмена появляются на глубинах, соответствующих отметкам минус 250—400 м. Крепкие рассолы хлоридно-натриевого состава встречаются с отметок минус 600—700 м.

Значительное увеличение степени минерализации подземных вод с глубиной свойственно нефтеносным отложениям девонского водоносного комплекса. В условиях высокой степени гидрогеологической за-

крытости разреза чаще всего залегают породы верхнеживетского и нижнефранского подъярусов девона. Наиболее минерализованные рассолы встречены в юго-восточной части бассейна (скв. 479, 503), где они отличаются высокой степенью метаморфизации. Кривые изменения

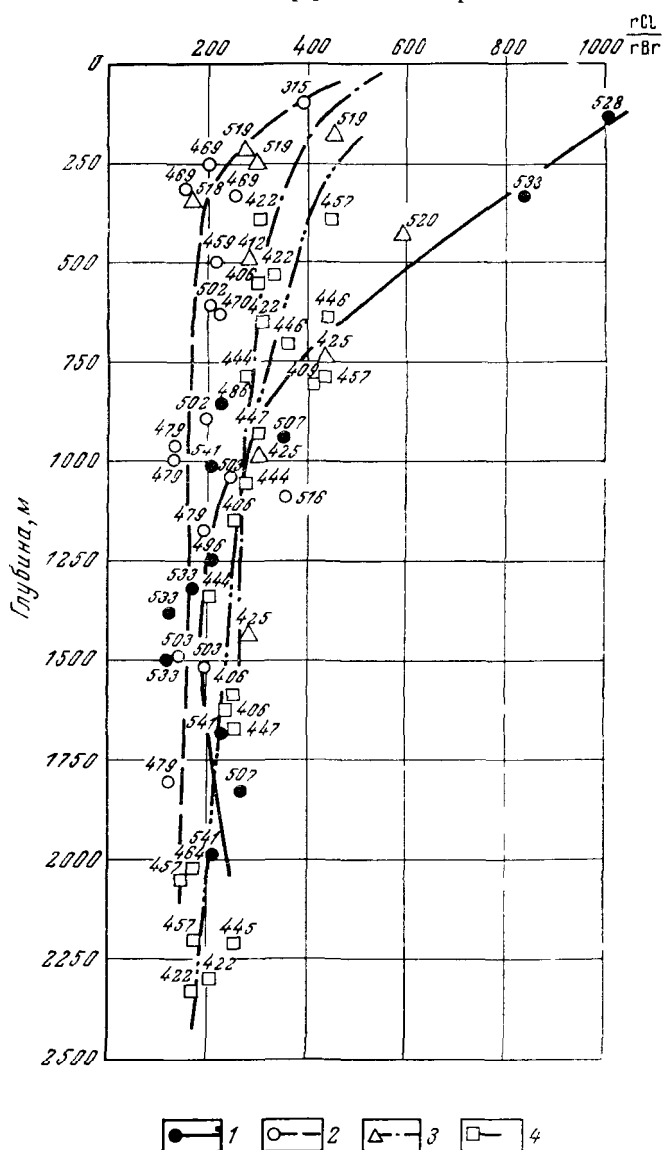


Рис 11. Графики изменения коэффициентов $\frac{rCl}{rBr}$ и $\frac{rNa}{rCl}$ и
1 — точки и кривая графика для Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна трещинных вод, 2 — то же для Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна, 3 — то же для Печоры, 4 — то же для Предуралья

коэффициентов $\frac{rCl}{rBr}$ и $\frac{rNa}{rCl}$ здесь наиболее крутые (рис 11) и подчеркивают большую степень гидрогеологической закрытости этой части разреза. Значение коэффициента $\frac{rNa}{rCl}$ изменяется от 0,58 до 0,63.

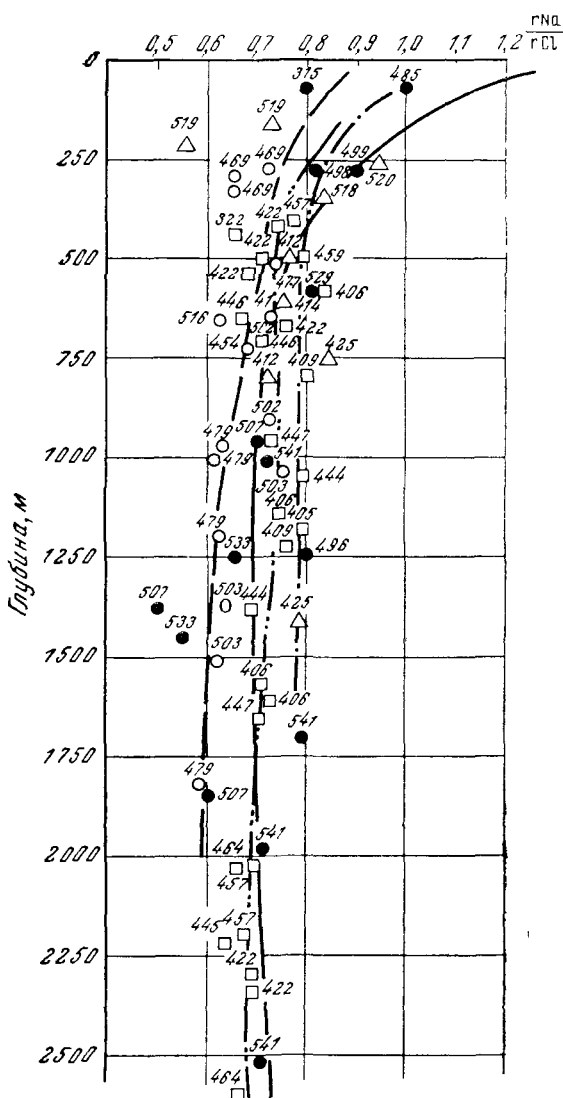
О гидродинамической зональности в пределах Северо-Уральского и Пайхойского бассейнов трещинных вод данных нет.

Печорский артезианский бассейн. Мощность зоны затрудненного водообмена в зависимости от гипсометрии поверхности раздела с зо-

ной свободного водообмена может изменяться от 100 до —400 м. По-видимому, малую мощность имеет гидрохимическая зона солоноватых вод. В большинстве случаев граница между зонами затрудненного и весьма затрудненного водообмена должна прослеживаться в диапазоне абсолютных отметок минус 300—500 м. Крепкорассольные ($M=100$ г/л) хлоридно-натриевые воды обычно появляются на глубине 800—1000 м (абс. отм. минус 700—800 м) и редко на глубинах 500 м.

Наиболее высокоминерализованные воды зоны весьма затрудненного водообмена характерны для девонского водоносного комплекса, к терригенным породам нижней части разреза которого приурочены крупные месторождения нефти и газа. Высокая степень гидрогеологической закрытости отложений комплекса характерна для Западно-Тэбукской и Восточно-Савиноборской нефтеносных структур. Хлоридно-натриево-кальциевые рассолы с минерализацией до 210—220 г/л встречаются здесь на отметках 1900—2000 м (скв. 457). Степень их метаморфизации весьма значитель-

ная: $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}} = 0,43—0,45$ и $\frac{r_{Cl}}{r_{Br}} = 170—180$. Аналогичные воды ($\frac{r_{Na}}{r_{Cl}} = 0,44$ и $\frac{r_{Cl}}{r_{Br}} = 190—210$) отмечаются



$\frac{r_{Na}}{r_{Cl}}$ с глубиной (составила Е. Д. Соловьева)

ского бассейна, 2 — то же, для Канино-Тимаинского бассейна, 4 — то же, для Ижма-Печорского бассейна

в районе Лемъюской разведочной площади на отметке около 2200 м (скв. 422).

Относительно раскрыты в гидрогеологическом отношении отложения девонского комплекса на Мутно-Материковой структуре Печора-Малоземельского вала. Здесь рассолы с минерализацией до 113 г/л

встречены скв. 406 на глубине 560 м (абс. отм. минус 400 м). Они характеризуются следующими значениями коэффициентов: $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}} = 0,82$; $\frac{r_{Cl}}{r_{Br}} = 300$.

Печора-Предуральский артезианский бассейн. Сведения о верхней границе зоны затрудненного водообмена отрывочны. На севере в пределах Усино-Кортаихинского бассейна в разрезе отложений триаса и перми она регистрируется на глубинах, соответствующих абсолютным отметкам минус 30—50 м, а на юге (Верхне-Печорский бассейн) не опускается ниже отметки регионального базиса дренирования, т. е. располагается значительно выше.

Сложная гидрохимическая обстановка, затрудняющая выделение границ гидрохимических зон, наблюдается на юге Печора-Предуральского артезианского бассейна, где нижнепермские осадочные толщи вмещаю соли, гипсы и ангидриты. Здесь концентрированные рассолы, образовавшиеся в период накопления галогенных осадков, проникают в перекрывающие их толщи горных пород, где смешиваются с пресными инфильтрационными водами, поступающими сюда из области питания, расположенной на западном склоне Урала. Сложные процессы вытеснения и замещения высокоминерализованных вод пресными обуславливают образование в нижнепермских отложениях подземных вод различных по степени минерализации и химическому составу. Отложения нижнепермского водоносного комплекса, выходящие на поверхность на крайнем юго-востоке бассейна (Верхне-Печорский соленосный бассейн), вмещают, по-видимому, только минерализованные воды (соленый источник 521). Крепкие рассолы ($M=106$ г/л) хлоридно-натриевого состава встречены в толще, вмещающей гипсы и ангидриты на глубине около 350 м (скв. 518), соответствующей отметке примерно минус 200 м. Для этих вод характерны отношения $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}}$ и $\frac{r_{Cl}}{r_{Br}}$, соответственно равные 0,55 и 170. В перекрывающих галогенные отложения породах верхнепермского возраста на глубине около 50 м (скв. 519) встречены соленые хлоридно-натриевые воды ($M=48$ г/л). Значения коэффициентов $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}}$ и $\frac{r_{Cl}}{r_{Br}}$ для этих вод соответственно равны 0,48 и 460. В пределах Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна верхняя граница зоны затрудненного водообмена регистрируется в отложениях триаса и верхней перми на глубинах абсолютных отметок от 100 до 0 м.

Имеющиеся немногочисленные фактические данные позволяют полагать, что рассольные воды зоны весьма затрудненного водообмена появляются на глубине 500—600 м (абс. отм. минус 400—450 м), как, например, в скв. 529. Однако не исключается возможность появления крепкорассольных вод ($M=128$ г/л) на глубине, соответствующей отметке минус 650 м (скв. 486).

Для рассолов Мезенско-Вычегодского бассейна обычно характерны значения коэффициентов: $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}} = 0,65—0,80$ и $\frac{r_{Cl}}{r_{Br}} = 180—280$. В пределах Сереговской солянокупольной структуры преимущественно карбонатные отложения пермского возраста, периклинально охватывающие соляное ядро купола, вмещают рассольные хлоридно-натриевые воды, издавна являвшиеся предметом эксплуатации. Залегающие на глубине около 300 м воды (скв. 498) характеризуются значениями коэффициентов $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}} = 0,82$ и $\frac{r_{Cl}}{r_{Br}} = 290$.

Таким образом, данные о водах зоны весьма затрудненного водообмена малочисленны и непредставительны с точки зрения современных методов исследования. Далеко не предельная степень метаморфизации и в общем низкое содержание брома в большей мере свидетельствуют в пользу предположения об инфильтрационном происхождении глубинных вод, чем об их принадлежности к первично-седиментационным.

Для решения этого вопроса бурение запланированных на ближайшие годы скважин глубиной до 5—6 км должно сопровождаться полным комплексом гидрогеологических исследований.

4. ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Для характеристики геотермических условий рассматриваемой территории, определивших существующую температурную зональность подземных вод, привлечены главным образом данные о температуре воды, замеренной в стволах небольшого числа разведочных на нефть и газ скважин. Кроме того, для этой же цели использованы замеры температур некоторых естественных и искусственных относительно высокотемпературных выходов подземных вод. Температурные замеры в стволах большинства скважин производились до глубины 1500—2500 м. Максимальная глубина замеров не превышает 3500 м.

Распределение точек температурных наблюдений по площади неравномерное (рис. 12). Большинство из них (9—38) расположено в юго-восточной части территории Коми АССР, что позволяет несколько детальнее осветить геотермические условия южных частей описываемого региона. Крайне ограниченным числом пунктов наблюдений (1—8) охарактеризована геотермия северной части Печорской системы артезианских бассейнов. Отсутствуют сведения о температурных условиях в пределах Пайхойского и Северо-Уральского бассейнов трещинных вод, а также центральных и северных частей Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна и Канино-Тиманского бассейна трещинных вод.

В пределах исследуемого региона встречаются переохлажденные воды с температурой менее 0°C , холодные воды, имеющие температуру $0\text{--}20^{\circ}\text{C}$, а также слаботермальные ($20\text{--}50^{\circ}\text{C}$), термальные ($50\text{--}75^{\circ}\text{C}$) и высокотермальные (более 75°C) воды.

Ограниченное количество точек наблюдений не позволяет дать представительную характеристику температурной зональности подземных вод в пределах большинства гидрогеологических районов. Тем не менее на современной стадии изученности температурных условий в пределах рассматриваемого региона можно наметить несколько геотермических районов, которым, согласно классификации В. А. Покровского (1960), даны следующие наименования:

1) провинция пониженных температур — на глубине 1000 м температура менее 20°C ;

2) провинция умеренных температур — на глубине 1000 м температура изменяется от 20 до 30°C ;

3) провинция повышенных температур — на глубине 1000 м температура более 30°C .

Урало-Тиманская система бассейнов трещинных вод. Канино-Тиманский бассейн трещинных вод в геотермическом отношении изучен слабо. Есть основания предполагать, что его температурные условия отличаются многообразием. Так, в пределах возвышенностей Тимана создаются благоприятные условия для инфильтрации холодных вод, а наличие многочисленных тектонических нарушений и, вероятно,

присутствие интрузивных тел на глубине, а также толщ пород с повышенной радиоактивностью способствуют привносу глубинного тепла к поверхности. На отдельных участках нагретые воды, поднимаясь к поверхности по зонам тектонических разломов, создают термоано-

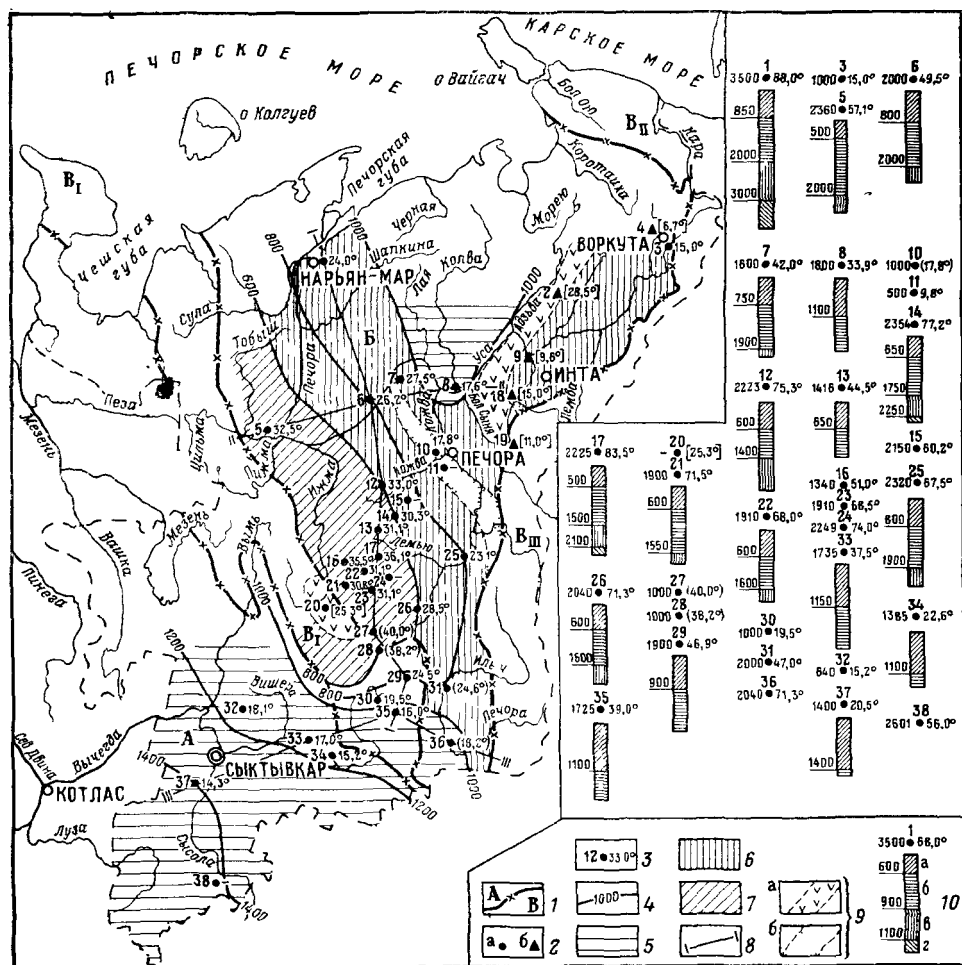


Рис 12. Схематическая карта распространения термальных вод Коми АССР и Ненецкого национального округа (составила Г. И. Богданова)

1 - граница и номер гидрологических бассейнов: А - Русская система артезианских бассейнов; Б - Печорская система артезианских бассейнов; В_I - Каньяно-Тиманский бассейн трещинных вод; В_{II} - Пайхойский бассейн трещинных вод; В_{III} - Северо-Уральский бассейн трещинных вод

2 - точки наблюдения: а - скважины (1 - Нарьян-Марская; 3 - Воркутская; 5 - Усть-Цилемская; 6 - Княжевская; 7 - Мутно-Материковая; 8 - Усть-Усинская; 10 - Печорогородская; 11 - Печоро-Кожвинская; 12 - Ира-Иольская; 13 - Лемъю-7; 14 - Лемъю-6; 15 - Ира-Иольская; 16 - Айювинская; 17 - Бол. Пера-17; 20 - Ухтинская; 21 - Тэбукская; 24 - Вельюская; 25 - Мянчаюская; 26 - Верхне-Савиноборская; 27 - Сель-Иольская; 28 - Вой-Вожская; 29 - Нижне-Омринская; 30 - Зеленецкая; 31 - Джеболская; 32 - Синдорская; 33 - Аныбская; 34 - Усть-Куломская; 35 - Северо-Мылвинская; 36 - Курьинская; 37 - Сысольская; 38 - Кажимская); б - источники (2 - Пымвашорский; 4 - Воркутский; 9 - Искашорский; 18 - Еджидюский; 19 - Сывьюский); 3 - точки температурного наблюдения; цифры слева - номер точки; справа - температура, замеренная на глубине 1000 м, в круглых скобках - расчетное ее значение; в квадратных скобках - замеренная температура воды на выходе; 4 - изолинии глубины появления термальных вод, м; 5 - провинция пониженных температур (температура на глубине 1000 м менее 20°С); 6 - провинция умеренных температур (температура на глубине 1000 м от 20 до 30°С); 7 - провинция повышенных температур (температура на глубине 1000 м более 30°С); 8 - линия и номер геотермического разреза; 9 - установленные области разгрузки термальных вод; а - с выходом на поверхность относительно высоко-температурных источников; б - источники термальных вод отсутствуют; 10 - колонка температурной зональности подземных вод по скважине; воды с температурой а - менее 20°С, б - от 20 до 50°С, в - от 50 до 75°С; г - более 75°С; цифры у колонок - глубины температурных зон, м

мальные условия. Примером может служить район г. Ухты, где скважиной на глубине 400—500 м были встречены термальные воды с температурой на изливе 25,3°С.

О температурных условиях северной и центральной частей бассейна можно судить лишь предположительно. Исходя из геологических предпосылок, эта область может характеризоваться умеренным или повышенным температурным режимом. Вблизи восточного склона Северного Тимана температура подземных вод на глубине 1000 м составляет 32,5°С (скв. 5). Геотермия южной части бассейна освещена лучше. Анализ фактических данных указывает на значительную изменчивость температурных условий по площади. В провинции пониженных температур находятся западная и крайняя юго-восточная части рассматриваемой области. Термальные воды появляются здесь на глубине около 1000—1100 м (скв. 30,35), а величина геотермической ступени определяется в 40—60 м/град. В северо-восточной части бассейна, входящей в провинцию умеренных температур, глубина появления термальных вод колеблется от 900 (скв. 29) до 500 м и менее (скв. 27, 28). Нарастание температуры с глубиной (рис. 13) происходит относительно быстро, но чаще всего неравномерно, что следует связывать с различным литологическим составом вскрытых скважинами горных пород. Величина геотермической ступени составляет в среднем 30—40 м/град (скв. 27, 28, 29).

В целом Канино-Тиманский бассейн может быть охарактеризован следующим образом. На участках относительно близкого залегания к дневной поверхности метаморфических толщ, разорванных глубинными разломами, температура подземных вод на глубине 1000 м, по-видимому, выше 30 или даже 40°С, тогда как на большей части площади бассейна она, вероятно, изменяется в пределах 20—30°С.

Печорская система артезианских бассейнов в геотермальном отношении освещена удовлетворительно лишь в центральной и южной ее частях. В пределах рассматриваемой площади выделяются три геотермические провинции: западная — повышенных, центральная — умеренных и северо-восточная — пониженных температур.

Провинция повышенных температур прилагается к Канино-Тиманскому бассейну трещинных вод. Для нее характерно появление термальных вод с глубины около 600 м (скв. 12, 21—23); на глубине 1000 м температура подземных вод превышает 30°С (скв. 21—23). Характер температурной зональности указывает на быстрый рост температуры с глубиной, о чем свидетельствует величина геотермической ступени, равная 15—25 м/град (см. рис. 13). Подземные воды с температурой более 50°С появляются здесь на глубинах 1500—1700 м.

В провинции умеренных температур термальные воды встречаются на глубинах 750—850 м (скв. 1, 6, 7, 26, 31), а на глубине 1000 м их температура достигает 24,0—28,5°С; величина геотермической ступени 40—45 м/град. Аномальной температурной областью в пределах этой провинции является южная часть Печора-Малоземельского вала (Печорская гряда), где температура подземных вод на глубине 1000 м определена в 16,6°С (скв. 10). Однако эта область имеет, по-видимому, узколокальное распространение. Область со специфическими температурными условиями выделена в границах складчатых сооружений гряды Чернышева и поднятия Чернова, где наблюдаются выходы на поверхность источников, температура воды которых повышенная и достигает 28,5°С (источник 2). Эти источники, очевидно, связаны с разгрузкой по разломам термальных вод, сформировавшихся на значительных глубинах.

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392

393

394

395

396

397

398

399

400

401

402

403

404

405

406

407

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

418

419

420

421

422

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

437

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447

448

449

450

451

452

453

454

455

456

457

458

459

460

461

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

493

494

495

496

497

498

499

500

501

502

503

504

505

506

507

508

509

510

511

512

513

514

515

516

517

518

519

520

521

522

523

524

525

526

527

528

529

530

531

532

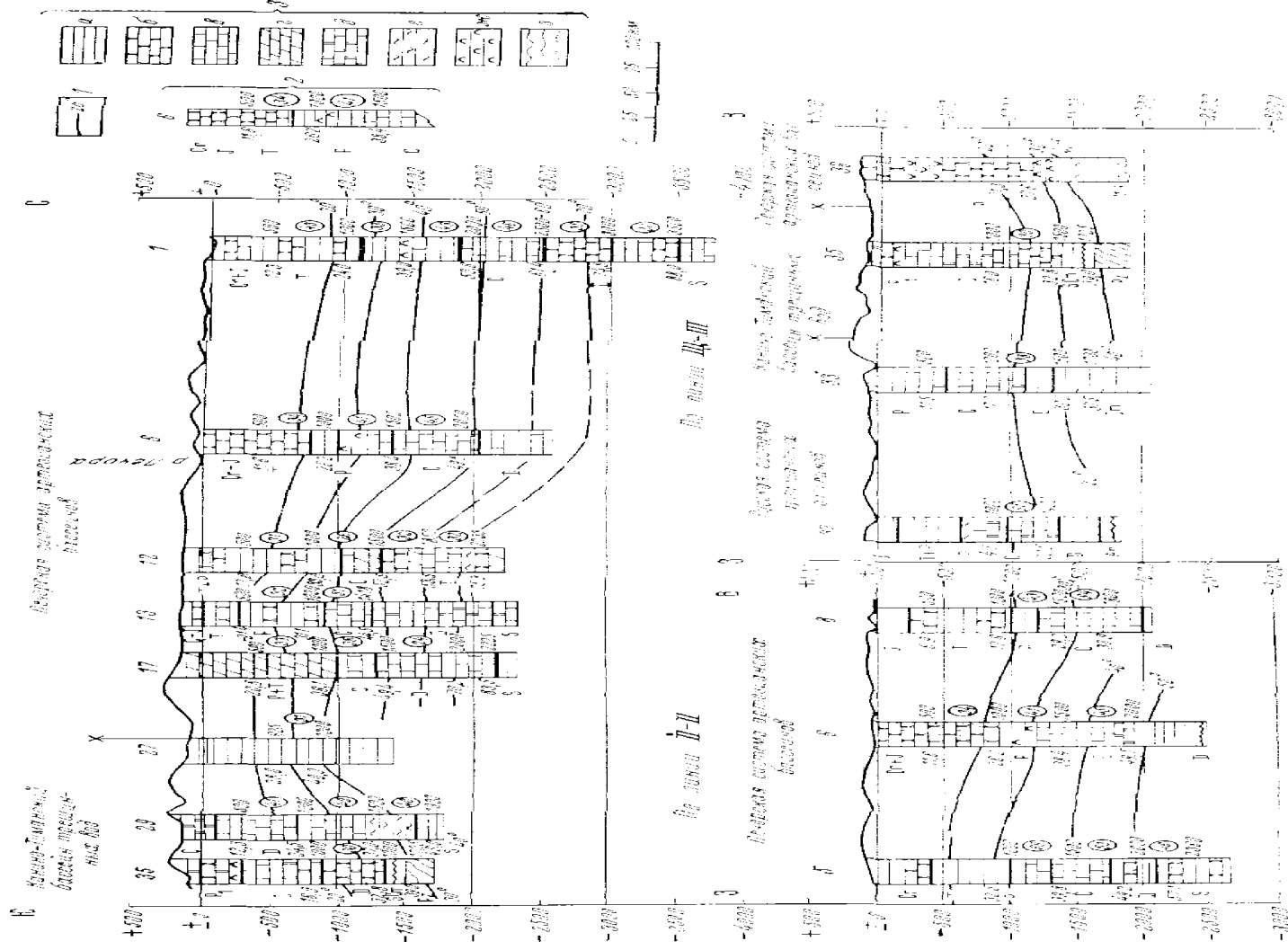


Рис 13 Разрезы к поперечной карте (составил Г. И. Богданов)

модификация полимеров различного назначения (контрастные стилики)

В северо-восточной части Печорской системы артезианских бассейнов условно выделена провинция пониженных температур, охарактеризованная лишь одной скважиной (8). Температура воды на глубине 1000 м составляет всего лишь 17,6°С, а появление термальных вод предполагается с глубины 1100 м. Величина геотермической ступени на глубине более 1500 м достигает 64 м/град.

В целом для территории Печорской системы артезианских бассейнов характерно закономерное увеличение геотермической ступени в восточном направлении, что, по всей вероятности, связано с возрастанием в этом же направлении мощности осадочного чехла. Выделенные на площади бассейна аномальные температурные зоны имеют узлокальное площадное распространение.

Мезенско-Вычегодский артезианский бассейн, геотермическая изученность которого слабая, находится в провинции пониженных температур. Наименьшие глубины появления термальных вод — 1100—1250 м (скв. 32—34) отмечаются вблизи сочленения артезианского бассейна с Канино-Тиманским бассейном трещинных вод. У западной границы территории Коми АССР глубина появления термальных вод увеличивается до 1400 м (скв. 37).

О величине геотермической ступени сведений мало, но, по-видимому, на глубине свыше 1000 м она изменяется в пределах 30—40 м/град (скв. 33, 35).

Температурная зональность подземных вод тесно связана с их динамикой. В зоне свободного водообмена, исключая слой сезонных температурных колебаний, распространены холодные воды, имеющие температуру обычно менее 10°С. В зоне затрудненного водообмена, вне области развития многолетнемерзлых толщ, преимущественным развитием пользуются холодные воды с температурой 10—20°С и лишь иногда встречаются слаботермальные воды, имеющие температуры несколько выше 20°С. В верхней части зоны весьма затрудненного водообмена могут иметь место холодные воды с температурой 15—20°С. Ниже распространены слаботермальные воды (20—50°С), средняя мощность зоны которых 1000—1200 м. Термальные воды, имеющие температуру более 50°С, появляются на глубинах от 1300—1500 до 2000 м.

5. ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОВОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

В пределах рассматриваемой территории подземные воды содержат различные по составу газы. Несмотря на неравномерную изученность, накопленные сведения дают возможность составить представление о преобладающем составе газов подземных вод на различных площадях и о вертикальной зональности в их распространении.

На основании газовых характеристик можно выделить шесть типов газов. Они характеризуются определенным соотношением основных компонентов и значениями таких коэффициентов, как показатель открытости площади $\frac{He}{Ag}$ и показателями обогащенности газов углеводородами и тяжелыми углеводородами $\frac{N_2}{\Sigma_{уг}}$ и $\frac{CH_4}{\Sigma_{ту}}$.

Площадное распространение типов газов в пределах гидрогеологических районов показано на рис. 14. Установленная площадная и вертикальная зональность в их распространении находится в зависимости от многих природных факторов.

Канино-Тиманский бассейн трещинных вод. Почти все сведения о растворенных газах и газах спонтанных выделений и скоплений от-

носятся к Юго-Восточному Тиману (Ухтинский, Верхне-Ижемский и Омра-Сойвинский районы), где данные опробования большого числа разведочных скважин на нефть и газ позволяют установить определенную закономерность в изменениях газовой составляющей по площади и на глубину.

Для остальных частей Канино-Тиманского бассейна материалы по газоносности или отсутствуют (п-ов Канин), или крайне скудны, так

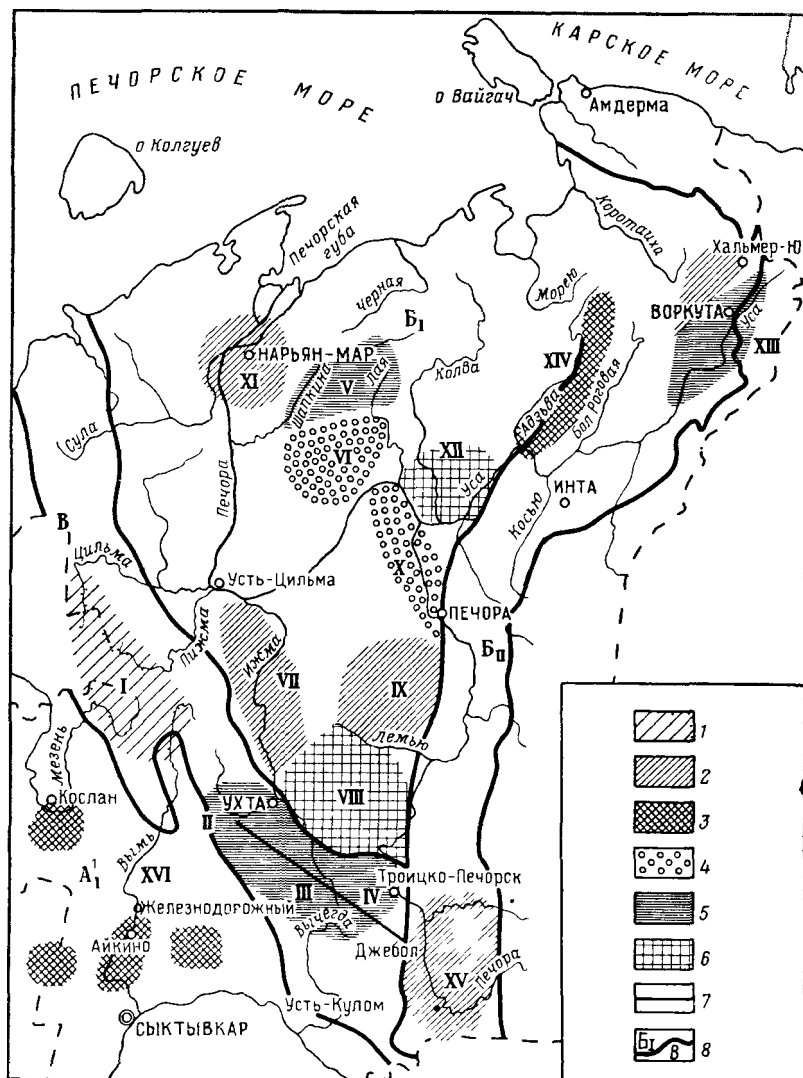


Рис. 14. Схематическая карта состава растворенных газов в подземных водах дочетвертичных отложений (составила Л. А. Анищенко)

1-6 — типы газов 1 — азотно-углекислые, 2 — азотно-метановые, 3 — азотные с благородными газами и сероводородом, 4 — азотно-метановые с содержанием тяжелых углеводородов, 5 — метановые, 6 — метановые с содержанием тяжелых углеводородов; 7 — линия разреза Ухта-Джебол (см. рис. 15); 8 — границы и индекс гидрогеологических бассейнов (см. рис. 10). Выделенные площади I — Четлаского камня; II — Ухтинская; III — Верхне-Ижемская; IV — Омра-Сойвинская; V — Шапкинская; VI — Юрьянская; VII — Ижемская; VIII — Западно-Табукская; IX — Лемъю-Ираниольская; X — Печорская; XI — Нарьян-Марская; XII — Усинская; XIII — Воркутская; XIV — Адзвинская; XV — Верхне-Печорская; XVI — Мезенско-Вычегодская

как основаны на данных рекогносцировочных обследований и опробования поверхностных газопроявлений.

С зоной пресных вод на Тимане связаны многочисленные проявления газов воздушного происхождения. Газы такого типа однообразны по составу и состоят в основном из азота с небольшим количеством кислорода; примеси метана и углекислоты в них обнаруживаются редко. Выходы газов азотного состава, широко распространенных на Среднем Тимане в бассейнах верхнего течения рек Цильмы, Печорской и Мезенской Пижмы и верховий Мезени (см. рис. 14, площадь I), особенно заметны в период дождей. В этом же районе в пределах структуры Четласского камня в зонах тектонических нарушений наблюдаются выходы на поверхность минерализованных вод, иногда с повышенной радиоактивностью, которым сопутствуют азотно-углекислые газы, часто с присутствием радона. Радиоактивность вод, по-видимому, генетически связана с толщей метаморфических сланцев. Углеводороды в составе растворенных газов на площади Четласского камня (1) отсутствуют.

Газовый состав подземных вод нижнепермско-каменноугольного водоносного комплекса изучен слабо и только в пределах зон свободного и в верхней части затрудненного водообмена.

В Ухтинском районе (площадь II) воды этого комплекса характеризуются незначительной газонасыщенностью, в составе растворенных газов содержится углекислота до 5%, азот 15—60% и метан до 50%; тяжелые углеводороды и благородные газы почти полностью отсутствуют.

В Верхне-Ижемском и Омра-Сойвинском районах (площади III и IV) растворенные газы аналогичного состава содержат незначительное количество (1—2%) тяжелых углеводородов и до 0,1% благородных газов. Такой состав газа сохраняется и на крайнем юго-востоке бассейна на глубине около 1000 м (скв. 503). В растворенных газах вод, связанных с нижнепермской частью комплекса, содержащей прослойки ангидритов и гипсов, иногда отмечается небольшая примесь сероводорода.

Состав газов и газонасыщенность вод девонского водоносного комплекса зависят от глубины его залегания, степени минерализации подземных вод, гидрогеологической закрытости района и близости к газовой или нефтяной залежи.

С пресными или слабосолоноватыми водами девона связаны проявления в основном азота и редко в минимальных количествах отмечаются примеси метана и углекислого газа.

С глубиной резко возрастает газонасыщенность вод, увеличивается количество углеводородных и благородных газов (рис. 15). На юге бассейна в районе промысла Нижняя Омра (Омра-Сойвинская площадь — IV) на глубинах 1100—1500 м отмечается высокая газонасыщенность при давлении насыщения (P_s) 60—100 атм, в то время как в Ухтинском районе (площадь II) на глубинах 400—700 м газонасыщенность вод небольшая и P_s редко превышает 20 атм. Заметно изменяется и химический состав газов. В Ухтинском районе газы метановые без тяжелых углеводородов (коэффициенты: $\frac{N_2}{\Sigma_{уг}} = 0,2—0,03$,

$\frac{CH_4}{\Sigma_{ту}} = 100$). В Верхне-Ижемском и Омра-Сойвинском районах (площади III и IV) газы тоже метановые, но со значительным содержанием тяжелых углеводородов (коэффициенты: $\frac{N_2}{\Sigma_{уг}} = 0,1—0,05$; $\frac{CH_4}{\Sigma_{ту}} =$

=30—20). Увеличение содержания в газах тяжелых углеводородов происходит в направлении погружения продуктивных нефтегазоносных отложений (см. рис. 15). Значение коэффициента $\frac{He}{Ar}$ в Ухтинском районе редко превосходит 1, а в Верхне-Ижемском и Омра-Сойвинском районах его значение достигает 9—10, что свидетельствует

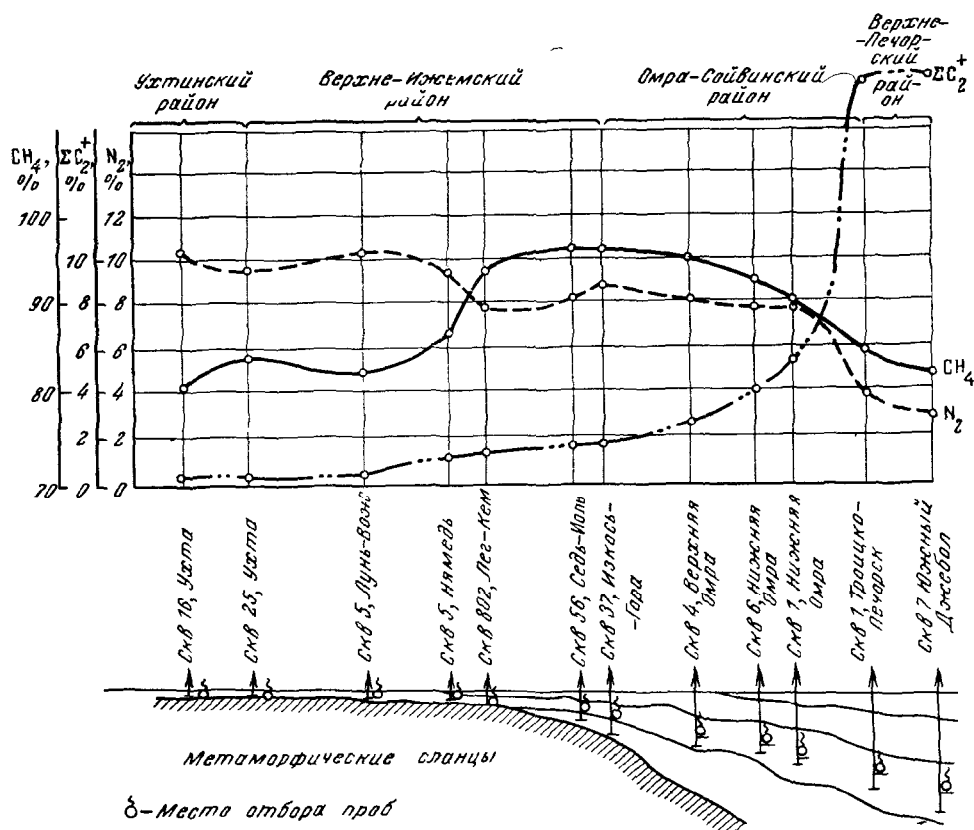


Рис 15 Изменение состава растворенных газов в подземных водах девонских отложений по линии разреза Ухта — Джебол (составила Л. А. Анищенко)

о большей гидрогеологической закрытости девонских отложений этих районов.

Наряду с общей закономерностью изменения состава растворенных газов с глубиной, выражающейся в увеличении тяжелых углеводородов и метана, наблюдается также изменение их состава в зависимости от близости водо-нефтяного или водо-газового контакта. В зонах контакта газ — вода или газ — нефть — вода давление насыщения вод близко к пластовому давлению в залежи или давлению насыщения газа в нефти. На юге бассейна в Верхне-Ижемском и Омра-Сойвинском районах, где распространены газовые и нефтегазовые месторождения, воды девонских отложений почти полностью насыщены газами. Дефицит упругости ($P_{пл} - P_s$) в контактных водах выражен меньшими значениями. Состав газов контактных вод отличается от газового состава вод, удаленных от залежи. Контактные воды характеризуются повышенным содержанием благородных газов и углеводородов. В во-

дах, удаленных от залежи, увеличивается роль азота и значение коэффициента $\frac{He}{Ar}$ уменьшается.

Газы водоносного комплекса отложений протерозоя в районах, где метаморфические сланцы выведены на поверхность (Четласский камень), по составу значительно отличаются от газов тех мест, где породы этого комплекса залегают на глубине (Ухтинский, Верхне-Ижемский и другие районы Юго-Восточного Тимана). На площади Четласского камня воды источников, к которым приурочены газопроявления, маломинерализованные или пресные, а газы азотные или азотно-углекислые без примеси углеводородов; показатель $\frac{N_2}{\Sigma_{уг}}$ характеризуется нулевыми значениями.

В районах Юго-Восточного Тимана, где водоносный комплекс протерозоя находится в зоне весьма затрудненного водообмена, растворенные газы метановые и азотно-метановые. Метановые газы образуют локальные скопления в виде небольших залежей — «газовых карманов», заполняющих трещинную среду сланцев. Такие «карманы» были встречены многочисленными скважинами, пробуренными в районе Водного промысла (Ухтинская площадь).

Состав газов различных площадей Юго-Восточного Тимана имеет свои особенности. В газах Ухтинской площади (см. рис. 14, площадь II) содержание азота не более 2—3%; значение коэффициента $\frac{N_2}{\Sigma_{уг}}$ не превышает цифры 0,01. Тяжелые углеводороды встречаются в виде незначительной примеси, вследствие чего показатель $\frac{CH_4}{\Sigma_{уг}}$ характеризуется большими величинами (≥ 100). В водах метаморфических сланцев Верхне-Ижемской площади (площадь III) количество тяжелых углеводородов возрастает до 3—4% и соответственно изменяется значение коэффициента $\frac{CH_4}{\Sigma_{ту}}$ до 20—50; показатель $\frac{N_2}{\Sigma_{уг}}$ достигает 0,1—0,2.

Состав газа из метаморфических сланцев на Верхне-Ижемской площади изучен несколькими скважинами с глубины 670—820 м, в то время как на Водном промысле (Ухтинский район) на глубине 500—600 м газопроявления неизвестны. Газы из метаморфических сланцев на Ухтинской и Верхне-Ижемской площадях, как правило, связаны с радиоактивной водой и характеризуются повышенным содержанием благородных газов.

Химический состав нефтей и природных газов девонских отложений, непосредственно залегающих на метаморфических сланцах, влияет на состав газов в водах, приуроченных к породам фундамента. Так, при появлении нефтей или тяжелых углеводородов в девонских отложениях отмечается и утяжеление газов из метаморфических сланцев. Напротив, метаморфические сланцы, не контактирующие с породами, содержащими залежи нефти и газа (площадь Четласского камня), характеризуются азотно-углекислым составом газов. При наличии контакта с породами, содержащими нефть, состав растворенного в водах метаморфических сланцев газа отвечает газу перекрывающих пород (Ухтинская, Верхне-Ижемская площади, табл. 4). Газонасыщенность вод метаморфических сланцев в местах, где в более молодых породах отсутствуют залежи нефти и газа, небольшая — до 0,01 см³/л. В тех районах, где в породах девонского возраста имеются залежи нефти и газа, газонасыщенность вод метаморфических сланцев порой настолько высока, что в благоприятных условиях приводит к образо-

Характеристика состава растворенных газов в подземных водах на изученных площадях

№ п/п	Номениклатура площадей и ее водоев на карте (рис. 1а)	Состав газов в водах различных степеней минерализации (таб. 2, 3)			
		Вреднофторобразные отложения	Деревяные отложения	Каменистые отложения	Трещины и более поздние отложения
1	Челябинско-Камский, I	$M=1$ $N_2 \sim CO_2$	$M>50$ $N_2 \sim CO_2$		
2	Уфимский, II	$M>50$ $CH_4 > 80\%$ $\frac{N_2}{\sum V_i} = 0,01$	$M=1$ $N_2 \sim CH_4$ $\frac{N_2}{\sum V_i} = 0,3$	$M>50$ $CH_4 > 80\%$ $\frac{N_2}{\sum V_i} = 0,03$	$M=50$ $N_2 \sim CH_4$ $\frac{N_2}{CH_4} = 0,3-0,8$
3	Вернее-Ижевский, III	$M>100$ $CH_4 > 80\%$ $\frac{N_2}{\sum V_i} = 0,1-0,2$		$M \sim 100$ $CH_4 > 80\%$ $\frac{N_2}{\sum V_i} = 0,1$ $\frac{CH_4}{\sum V_i} = 0,0-30$	$M=50$ $N_2 \sim CH_4$ $\frac{N_2}{\sum V_i} = 0,3-0,6$
4	Омско-Самарский, IV				
5	Шенниковский, V				$M=1-10$ $CH_4 \sim 30\%$ $\frac{N_2}{\sum V_i} = 0,1-0,9$
6	Юрьинский, VI				$M=1-10$ $N_2 \sim CH_4$ и т.
7	Касимовский, VII				$M=10-50$ $N_2 \sim CH_4$

8	Златно-Тубунская, VIII			$M > 200$ $CH_4 > 70\%$ $\frac{CH_4}{\sum C_2 - C_5} = \frac{He}{Ar} = 10$		$M = 1-10$ $N_2 - CH_4 \text{ су}$
9	Девон-Ирмюльская, IX			$M < 120$ $N_2 - CH_4$ $\frac{CH_4}{\sum C_2} \gg 30$		$N_2 - CH_4 \text{ су}$
10	Печорская, X			$M \sim 120$ $N_2 - CH_4$ $\frac{CH_4}{\sum C_2} = 5-10$	$M \sim 50-100$ $N_2 - CH_4 \text{ су}$	
11	Нюроян-Марская, XI			$M > 200$ $N_2 - CH_4 \text{ без } C_2$	$M > 150$ $N_2 - CH_4$	
12	Усинская, XII			$M > 150$ $CH_4 = 40\%$ $\frac{CH_4}{\sum C_2} = 2-3$	$M > 150$ $CH_4 \text{ су}$	
13	Верхотурская, XIII					$M = 10-30$ $N_2 - CH_4 \quad \quad CH_4$
14	Алазаниская, XIV				$M \sim 10$ $X_2 \text{ с благородными газами и } H_2S$	
15	Верхне-Печорская, XV				$M > 30$ $\frac{CH_4}{\sum C_2} \gg 30$ $N_2 - CH_4 \quad \frac{CH_4}{\sum C_2}$	
16	Мезень-Вичегодская, XVI					$M = 100-250$ $N_2 \text{ без } C_2$

Примечание. CH_4 - метан, N_2 - азот, X_2 - легкие углеводороды.

ванию свободных скоплений газа (Ухтинский и Верхне-Ижемский районы) *.

Печорский артезианский бассейн. Сведения о газовом составе подземных вод относятся в основном к центральному и южным частям бассейна. Северная часть бассейна изучена слабо, и для характеристики газового состава вод здесь могут быть использованы лишь данные по Нарьян-Марской и Седюяхинской разведочным площадям, отрывочные сведения по отдельным скважинам и материалы маршрутных исследований Н. М. Заломиной (1965), проводившей опробование природных газов по некоторым рекам Большеземельской тундры.

Природные газы вод зоны свободного водообмена в Большеземельской тундре Н. М. Заломина объединяет в две группы: азотно-углеводородные (азотно-метановые), содержащие в среднем метана 50—70%, и углеводородные (метановые) с содержанием последнего свыше 90%.

Область распространения метановых газов располагается в центральной и северо-западной частях Большеземельской тундры (Шапкинская площадь — V). Все обнаруженные выходы спонтанных газов приурочены к аллювиальным отложениям рек Колвы и Шапкиной. В составе газов резко преобладает метан (свыше 90%); содержание тяжелых углеводородов крайне редко превышает десятые доли процента. Углекислый газ и азот отмечаются в незначительных количествах. На Юрьяхинской площади (VI) выходы спонтанных азотно-метановых газов с повышенным содержанием тяжелых углеводородов, связанных здесь в основном с четвертичными отложениями и в единичных случаях с нижнемеловыми породами, наблюдаются по долинам рек Колвы (в ее нижнем течении), Сосьи, Бол. Вольмы, Юрьяхи. В составе газов содержание метана иногда достигает 50—60%. Тяжелые углеводороды отмечаются во многих пробах; их максимальное содержание около 7%.

Учитывая большую миграционную способность углеводородов и наличие в спонтанных газах углеводородов выше C_5 , Н. М. Заломина большую часть Большеземельской тундры относит к перспективным районам на поиски нефтяных залежей.

В западной части Печорского бассейна газы, изученные по рекам Ижме, Печорской Пижме и их притокам (в целом Ижемская площадь — VII), азотно-метановые с небольшим содержанием углекислого газа. Тяжелые углеводороды присутствуют в виде незначительных примесей. Более высокое содержание углеводородов отмечается в южной части бассейна (Западно-Тэбукская площадь — VIII), где в пресных и слабосоленых водах наряду с метаном (до 50%) и азотом обнаруживаются тяжелые углеводороды в количестве до 10%.

В пределах Печорского артезианского бассейна (Ижемская площадь — VII) соленые воды, встреченные в триасовом и пермском водоносных комплексах на глубине от 630 до 900 м (скв. 422), содержат азотно-метановые газы. Содержание азота в газах колеблется от 90 до 50%, метана — от 10 до 50%. Благородные газы присутствуют в ничтожно малом количестве. Для водоносного комплекса пермских отложений южной части Печорского бассейна (см. рис. 14, площади VIII и IX) отмечается довольно пестрый газовый состав вод с быстрой сменой азотно-метановых газов на метановые. Для Западно-

* Причины сходства состава газов метаморфических сланцев и перекрывающих их нефтеносных девонских отложений нельзя считать выясненными. Ряд исследователей отрицают возможность миграции газов в нижележащие породы фундамента и придерживаются мнения о глубинном (неорганическом) происхождении скоплений углеводородных газов в толще метаморфических сланцев.—Прим. ред.

Тэбукской площади в основном это азотно-метановые и метановые газы с повышенным содержанием тяжелых гомологов. Для Лемью-Ираиольской площади (IX) — азотно-метановые. Во всех районах наблюдалась невысокая газонасыщенность вод.

Газы рассольных вод в отложениях каменноугольного возраста изучены слабо. В пределах Нарьян-Марской (XI) и Усинской (XII) площадей подземные воды характеризуются азотно-метановым или метановым составом газов, низкой газонасыщенностью и небольшим газовым фактором. В составе газов Усинской площади преобладает метан — до 70%, тяжелых углеводородов содержится не более 3%. Газы имеют низкое значение коэффициента закрытости недр ($\frac{He}{Ag} < 1$).

В газах, вскрытых на Печорской площади (X), где воды ниже-каменноугольных (яснополянских) отложений контактируют с газовой залежью, основным компонентом является метан (до 50%); азот и тяжелые углеводороды обнаруживаются в значительных количествах. Воды имеют высокую газонасыщенность, давление насыщения вод отвечает давлению газа в залежи. Коэффициент $\frac{He}{Ag}$ характеризуется высокими значениями и свидетельствует о достаточной гидрогеологической закрытости визейских карбонатных толщ в этом районе.

С рассольными водами девонского водоносного комплекса связаны азотно-метановые и метановые газы. По степени газонасыщенности вод и составу газов можно выделить несколько площадей.

В пределах Западно-Тэбукской площади (VIII) воды характеризуются метановыми газами с повышенным содержанием тяжелых углеводородов. Метана в них содержится до 70%, тяжелых углеводородов до 15%; отмечается повышенное содержание благородных газов. Коэффициент $\frac{He}{Ag}$ характеризуется большими значениями (10—15), что свидетельствует о хорошей гидрогеологической закрытости района. Здесь наблюдается изменение состава газов и газонасыщенности в зависимости от близости к водо-нефтяному контакту. В скважинах, расположенных в пределах водо-нефтяного контакта Западно-Тэбукского, Пашнинского и Мичаюского месторождений, отмечается повышенная газонасыщенность вод. Давление насыщения вод близко давлению насыщения нефти. Дефицит упругости характеризуется небольшими цифрами. Повышенное содержание тяжелых углеводородов (до 15—20%) отмечается в скважинах, расположенных вблизи водо-нефтяного контакта. При удалении от контакта в водах уменьшается количество тяжелых углеводородов (до 6—7%), увеличивается значение дефицита упругости в водах до 20—30 атм. Значение коэффициента $\frac{He}{Ag}$ снижается, но остается высоким (около 5).

Центральная часть Печорского бассейна (Лемью-Ираиольская площадь — IX) характеризуется небольшой газонасыщенностью вод и азотно-метановым составом газов. Содержание азота в водах более 50%, тяжелых углеводородов до 3%. Давление насыщения пластовых вод значительно меньше пластового давления, дефицит упругости более 100 атм. Значение коэффициента закрытости для данной зоны низкое ($\frac{He}{Ag} = 1$ и менее).

В пределах Печорской площади (X) состав растворенных в подземных водах газов азотно-метановый. Основным компонентом является азот (до 50—80%), тяжелые углеводороды присутствуют в количествах, не превышающих 5—6%. Значение коэффициента $\frac{He}{Ag}$ больше

единицы, но редко превышает 3. По газовым показателям эта площадь резко отличается от Западно-Тэбукской и ближе к смежной Лембю-Ираниольской.

Газовый состав вод нижнефранских отложений изучен на Нарьян-Марской площади (XI), где отмечается незначительная их газонасыщенность. Дефицит упругости очень высокий и равен 306 атм. Газы азотно-метановые ($N_2=40-50\%$), без тяжелых углеводородов, но с повышенным содержанием углекислого газа и водорода. Значение коэффициента $\frac{He}{Ag}$ минимальное. Состав газов и дефицит их упругости свидетельствуют о неблагоприятных условиях для накопления и сохранения залежей нефти и газа в девонских отложениях. В Усинской опорной скважине (Усинская площадь—XII) из отложений верхнего фанена с глубины 1970—2200 м был получен приток нефти и газа. Вода характеризовалась метановым составом газов ($N_2-33\%$, $CH_4-44\%$, $Σг-23\%$) и повышенным содержанием инертных компонентов. Состав исследуемого газа близок к составу растворенного газа в приконтурных водах Западно-Тэбукского месторождения.

Печора-Предуральский артезианский бассейн. Состав газов подземных вод хорошо изучен на севере бассейна—в пределах угольных месторождений. Остальную часть могут характеризовать данные по газовому составу вод источников гряды Чернышева, поднятия Чернова и материалы поисково-разведочных работ на нефть и газ в пределах Верхне-Печорского района.

Согласно исследованиям В. И. Ермакова (1958) и Б. М. Зимаклова (1961, 1965), которые проводились в Воркутском угольном бассейне (площадь XIII), в пермской угленосной толще выделяются две газовые зоны: зона газового выветривания или воздушно-метаморфических газов, подразделяемая на горизонты метаново-азотных и азотно-метановых газов, и зона метановых или метаморфических газов. Содержание метана и его гомологов в метановой зоне составляет 70—100%.

Изменение мощности зоны газового выветривания (считая по вертикали от поверхности пермских пород) подчиняется общей региональной закономерности. Она увеличивается в северо-восточном направлении от нескольких десятков до 200—250 м, т. е. одновременно с увеличением степени дислоцированности угленосных отложений, усложнением структурных форм месторождений и уменьшением мощностей покровных образований. Поверхность зоны метановых газов отмечается в интервале отметок от 50 до минус 50 м.

В продуктивных угленосных отложениях в зоне газового выветривания с гидрокарбонатными кальциевыми и кальциево-натриевыми водами связаны метаново-азотные газы, а с гидрокарбонатно-натриево-кальциевыми водами—азотно-метановые газы. С зоной метановых газов связываются гидрокарбонатно-натриевые и отчасти хлоридно-натриевые воды. Глубина залегания поверхности зоны метановых газов примерно совпадает с верхней границей распространения гидрокарбонатно-натриевых вод.

В областях распространения относительно мощного покрова четвертичных отложений или широкого развития мерзлых толщ миграция газов из угольных пластов в атмосферу замедлена, биохимическое и окислительное образование углекислого газа происходит в весьма ограниченных количествах. Отсутствие азотно-углекислых и углекисло-азотных зон, характерных для ряда угольных месторождений, является особенностью газовой зональности Печорского бассейна (Б. М. Зимков, 1961, 1965).

С пресными грунтовыми и трещинно-карстовыми водами, развитыми в пределах бассейнов трещинных вод гряды Чернышева и поднятия Чернова, связаны кислородно-азотные газы воздушного происхождения, а с минерализованными водами источников — различные газы в основном азотного состава. Источники гряды Чернышева делятся на четыре группы:

1. Воды относительно высокотемпературных источников (Пымва-Шор, Иска-Иоль, Еджид-Ю). Содержание азота в растворенных газах здесь колеблется от 96 до 99%, и отмечается небольшая примесь углекислоты (4—1%). Для этих вод характерно повышенное содержание благородных газов. Максимальные содержания последних наблюдались в газе Еджидюсских источников — от 0,13 до 0,20%, минимальное в Пымвашорских — 0,008—0,01%.

2. Воды сероводородных холодных источников (реки Адак, Харута). Основным компонентом газов в воде является азот. От состава газов в водах первой группы они отличаются малым (0,01%) содержанием благородных газов (р. Адак) и несколько большим количеством сероводорода.

3. Воды холодных источников (реки Харута, Адзьва). Основным компонентом растворенных газов является азот. Наблюдается небольшое содержание углекислоты; благородные газы не обнаружены.

4. Воды холодных источников с азотным газом, в составе которого отмечалось содержание метана до 6% (р. Лек-Ю).

Выходы газифицирующих источников с повышенным содержанием инертных газов обычно приурочены к зонам тектонических разломов (реки Еджид-Ю, Иска-Иоль).

На юге площади Печора-Предуральского артезианского бассейна газовый состав подземных вод пермских и каменноугольных отложений, залегающих на глубинах от 600 до 2000 м и ниже, преимущественно азотно-метановый. Содержание метана колеблется от 50 до 90%, а тяжелых углеводородов — не превышает 3—4%. Коэффициент $\frac{\text{He}}{\text{Ar}}$ имеет высокие значения (5—6).

В разрезе пермских отложений Верхне-Печорского соленосного бассейна (площадь XV) подземные воды на глубине до 600 м содержат азотно-метановые газы без тяжелых углеводородов и характеризуются низкими значениями коэффициента $\frac{\text{He}}{\text{Ar}}$ (менее 1).

Мезенско-Вычегодский бассейн. Газовый состав подземных вод этого бассейна (площадь XVI), встреченных на различной глубине (150—2600 м), азотно-метановый, с содержанием азота от 77 до 100% (скв. 507, 523, 529, 541). Для газов бассейна характерно полное отсутствие в их составе тяжелых углеводородов, но отмечаются повышенные содержания благородных газов.

Во многих пробах газа присутствует сероводород. Например, содержание последнего в количестве 36,6 мг/л и некоторое количество благородных газов отмечено в рассолах Сереговской соляно-купольной структуры (скв. 498).

Газовый состав подземных вод Пайхойского и Северо-Уральского артезианских бассейнов не изучен.

Приведенные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Для зоны свободного водообмена характерно присутствие в основном азотно-углекислых газов. В пределах зоны затрудненного водообмена могут быть встречены различные газы — азотно-углекислые, азотно-метановые и метановые, как правило, без тяжелых углеводородов. Зоне весьма затрудненного водообмена свойственны азотно-мета-

новые и метановые газы, часто с повышенным содержанием тяжелых углеводородов.

2. Между степенью минерализации вод и газовым составом растворенных в них газов отмечается определенная связь, что хорошо согласуется с вертикальной гидродинамической зональностью.

3. Рассольным водам, залегающим на относительно больших глубинах, часто сопутствуют газы с повышенным содержанием тяжелых углеводородов. Значительные количества последних прослеживаются вверх по разрезу в солоноватых водах, что позволяет отнести отдельные площади (VIII и XII) к областям распространения метановых газов с повышенным содержанием тяжелых углеводородов. Поскольку основное количество известных месторождений нефти и газа приурочено к площадям развития метановых и азотно-метановых газов с повышенным содержанием тяжелых углеводородов, площади развития указанных газов можно рассматривать как наиболее перспективные на поиски нефти и газа.

Часть третья



СУЩЕСТВУЮЩЕЕ И ВОЗМОЖНОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД
В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

РЕСУРСЫ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Определение запасов подземных вод обычно производится путем оценки их естественных и эксплуатационных ресурсов. Под естественными ресурсами понимается обеспечиваемый питанием естественный расход водоносной толщи. Эксплуатационными ресурсами считается количество воды, которое может быть получено из той же водоносной толщи в течение всего расчетного времени водопотребления с помощью рациональных в технико-экономическом отношении водозаборных сооружений при заданном режиме эксплуатации и при качестве воды, удовлетворяющем нормативным требованиям.

1. ЕСТЕСТВЕННЫЕ РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Естественные ресурсы возникают и непрерывно возобновляются в процессе общего круговорота воды на земле. Они являются наиболее важным элементом баланса в системе эксплуатации подземных вод, который обеспечивает питание постоянно действующих водозаборов за счет подземных вод на неопределенно долгое время.

Для региональной оценки естественных ресурсов пресных подземных вод слабо изученной в гидрогеологическом отношении территории Коми АССР и Ненецкого национального округа принят метод генетического расчленения гидрографа общего стока рек, разработанный на кафедре гидрогеологии Московского государственного университета профессором Б. И. Куделиным (1960). Исходя из гидрогеологических условий рассматриваемой территории, для определения величин подземного стока нами приняты три схемы расчленения гидрографа:

1. Для площади Канино-Тиманского бассейна трещинных вод (B_I) — схема гидравлически связанных с рекой водоносных горизонтов (комплексов) с нисходяще-подпорным режимом стока.

2. Для площадей Северо-Уральского (B_{III}) и Пайхойского (B_{II}) бассейнов трещинных вод — схема гидравлически не связанных с рекой водоносных толщ с нисходящим режимом стока. Расчеты по этой схеме ведутся с учетом коэффициента динамичности.

3. Для площади Печорской системы артезианских бассейнов (B) и для находящейся в границах Коми АССР части Мезенско-Вычегодского (A_I^1) артезианского бассейна — схема гидравлически связанных с рекой водоносных толщ с нисходяще-подпорным режимом стока.

Расчеты гидрогеологических параметров производились по данным более 60 гидрометрических створов государственной сети Гидрометслужбы, имеющим периоды наблюдений от 4 до 50 лет. Они позволили определить суммарные и средние (на единицу площади) величины подземного стока, формирующегося на площади расчетного речного бассейна, выше замыкающего створа. Наибольшее количество точек гидрометрических наблюдений расположено в южной части рассматриваемого региона, что, естественно, отразилось на точности расчетных величин подземного стока для северной и северо-восточной частей территории, которые определены или по ограниченному числу данных, или же по аналогии со смежными площадями.

Расчеты величин подземного стока выполнены В. В. Субоч в Государственном гидрологическом институте. В составлении комплекса рабочих карт, необходимых для определения средне-многолетних модулей подземного стока, кроме В. В. Субоч, принимали участие инженеры-геологи Т. М. Черная, Д. Б. Шаров и Н. П. Небожева. В дальнейшем модули подземного стока были перераспределены И. А. Конжиным по водоносным горизонтам и комплексам, исходя из общей гидрогеологической характеристики последних. При этом были сохранены суммарные значения величины стока по той или иной территории, вычисленные по данным замеров на гидростворах. Изменения заключались в увеличении значений подземного стока из одних водоносных толщ и соответствующем уменьшении этих значений по другим водоносным толщам на основании последних сведений о водообильности пород, с учетом остальных факторов, влияющих на величину подземного стока.

Представление о распределении естественных ресурсов подземных вод на площади дают изолинии среднесуточных модулей подземного стока верхней гидродинамической зоны, показанные на врезке карты эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод (см. прил. 4). Кроме того, на рис. 16 показаны изолинии минимальных среднесуточных модулей подземного стока, отражающие распределение гарантированных величин подземного стока высокой (75—95%) обеспеченности в многолетней перспективе, а также площади, характеризующиеся величиной инфильтрации атмосферных осадков в водоносные горизонты и комплексы. На рис. 17 приведены изолинии коэффициентов подземного стока (в процентах от осадков), показывающие, какой процент атмосферных осадков, выпадающих на площадь бассейна, расходуется на питание подземных вод, и карта подземного стока в процентах от общего речного стока. Комплекс карт подземного стока позволяет установить общие закономерности формирования естественных ресурсов подземных вод зоны интенсивного водообмена рассматриваемой территории.

Основными факторами, определяющими условия формирования подземного стока являются климат, рельеф, структурно-геологические и гидрогеологические особенности территории.

Влияние климатического фактора проявляется прежде всего в распределении количества атмосферных осадков, закономерно уменьшающихся в северном направлении. Величина модулей подземного стока уменьшается в этом же направлении от 2,0—3,5 до 1,5—1,0 л/сек·км² и менее. В пределах западного склона Урала, в области увеличения количества атмосферных осадков (до 800 мм и более), величина модуля подземного стока возрастает до 4—5 л/сек·км² и более.

Другими важными факторами являются распространение, характер и мощность многолетнемерзлых пород, наличие которых резко ухудшает условия формирования подземного стока (0,5 л/сек·км² и менее).

Структурные особенности территории, эрозионная расчлененность поверхности и уклоны зеркала грунтовых вод оказывают большое влияние на интенсивность подземного стока. Влияние этих факторов наиболее отчетливо проявляется в увеличении модулей подземного стока в относительно приподнятых районах складчатых сооружений. Так, в целом для рассматриваемой территории наибольшие значения модулей подземного стока (до 4,0—5,0 л/сек·км² и более) приурочены к Тиману и западному склону Урала. В пределах Мезенско-Вычегодской и Печорской равнин наблюдаются небольшие величины модуля подземного стока (2,0—1,0 л/сек·км² и менее), которые особенно характерны для плоских пониженных участков территории (центральная часть Печорской синеклизы, Мезенско-Вычегодская синеклиза и др.).

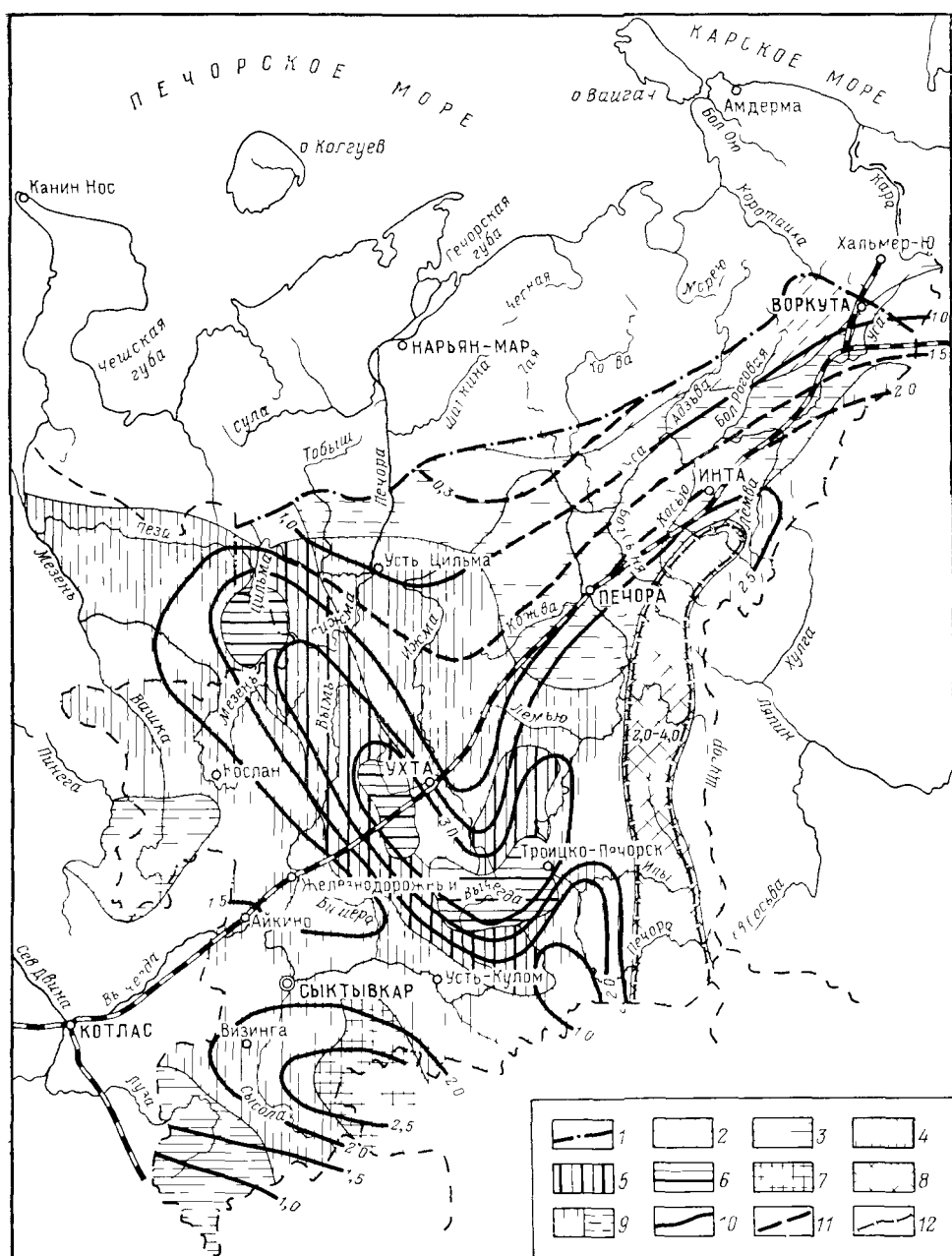


Рис 16 Схема распределения подземного стока (в минимальных модулях и в мм слоя осадков в год). Составлена по материалам кафедры гидрогеологии МГУ

1 — граница подсчета запасов пресных вод, слой среднегодовое подземного стока, мм в год; 2 — 20–40, 3 — 40–60, 4 — 60–80, 5 — 100–120, 6 — 120–140, 7 — 100–150, 8 — 100–300, 9 — то же по ограниченным данным или по предположению, 10 — изолинии минимальных модулей подземного стока в л/сек с 1 км², 11 — то же по ограниченным данным или по предположению, 12 — граница особых условий формирования подземного стока (карст), цифрами показаны пределы колебания или средние значения минимальных модулей

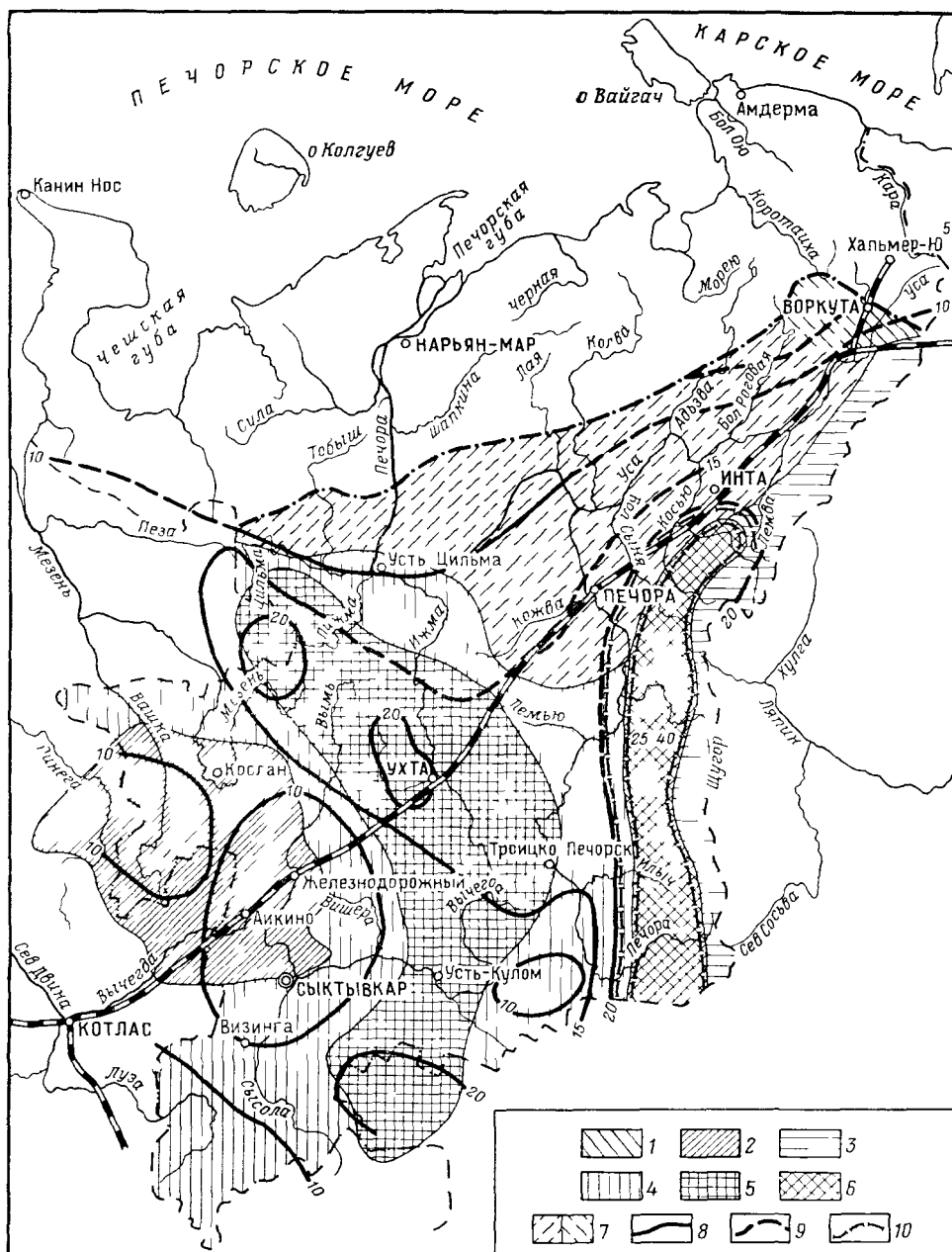


Рис 17. Схема распределения подземного стока (в процентах от осадков и от общего речного стока) Составлена по материалам кафедры гидрогеологии МГУ

Распределение подземного стока по отдельным районам в процентах от общего речного стока 1—10%, 2—10—20%, 3—10—30%, 4—20—30%, 5—30—40%, 6—40—50% 7—то же по ограниченным данным или по предположению, 8—изолнии коэффициентов подземного стока (в процентах от осадков), 9—то же по ограниченным данным или по предположению 10—граница участков особых условий формирования подземного стока (карст)

На фоне общей закономерности изменений величины подземного стока, связанных с климатическими условиями и рельефом, проявляется также влияние местных гидрогеологических условий того или иного района. Так, например, в пределах карстового района западного склона Урала величина модуля подземного стока достигает 5—10 л/сек·км², в то время как на соседних участках, находящихся в тех же физико-географических условиях, но с распространением некарстующихся пород, величина модуля не превышает 3—4 л/сек·км². На территории Тимана наибольшие значения модуля (до 4 л/сек·км²) также связаны с участками распространения преимущественно карбонатных пород. Влияние гидрогеологических особенностей проявляется не только в карстовых областях. Так, повышенные значения модулей подземного стока (до 2,5—3,0 л/сек и более) в бассейнах рек Сысолы и Локчима обусловлены широким распространением сильно обводненных, преимущественно песчаных отложений среднеюрского возраста. Относительно пониженные значения модулей (2,0 л/сек·км² и менее) в верховьях рек Вашки и Пинегы объясняются широким распространением с поверхности слабопроницаемых ледниковых отложений, вмещающих воды спорадического распространения.

Указанные закономерности распределения подземного стока рассматриваемой территории в основных чертах отражаются также на карте минимальных модулей подземного стока и еще более отчетливо на карте величин слоя подземного стока (см. рис. 16).

Закономерности распределения коэффициентов подземного стока в процентах от осадков зависят от указанных выше климатических, орографических и гидрогеологических факторов. В целом по территории региона величина коэффициента подземного стока изменяется от 5—8 до 25—40%. Наиболее отчетливо прослеживается зависимость коэффициента подземного стока от структурных и гидрогеологических особенностей территории. Так, на участках развития закарстованных отложений, легко поглощающих атмосферные осадки, коэффициент подземного стока достигает 20 (Тиман) и даже 25—40% (западный склон Урала). В области распространения многолетнемерзлых пород коэффициент подземного стока уменьшается до 5% и менее.

Подземный сток в процентах от общего речного изменяется от 10 и менее до 40—50%. Повышенные значения подземного стока характерны для Среднего и Южного Тимана (30—40%), южной части территории (20—30 и 30—40%) и западного склона Урала (до 50%). В области преимущественно сплошного распространения многолетнемерзлых пород величина подземного стока в процентах от общего речного уменьшается до 5% и менее (см. рис. 17).

Подсчет ресурсов пресных подземных вод охвачено около 65% площади региона. В эту территорию не вошли районы распространения соленоватых вод на севере Большеземельской тундры и не изученные в гидрогеологическом отношении Северный Тиман и Пай-Хой.

В последующем изложении дается региональная оценка естественных ресурсов подземных вод для крупных гидрогеологических районов.

Каннино-Тиманский бассейн трещинных вод. Этот бассейн отчасти является областью питания подземных вод прилегающих к нему артезианских бассейнов. В его пределах подземный сток осуществляется преимущественно за счет трещинных и трещинно-карстовых вод коренных пород. На отдельных участках в формировании подземного стока верхней зоны принимают участие также грунтовые и слабонапорные воды, приуроченные к отложениям четвертичного возраста. Зона интенсивного водообмена, в пределах которой формируется основной сток

в местную речную сеть, вероятно, охватывает всю толщу палеозойских пород, расположенную выше уровня эрозионного вреза крупных речных долин (рек Мезени, Вычегды, Цильмы, Печорской Пижмы и др.) и характеризуется подпорно-нисходящим режимом стока. Ниже этого уровня подземные воды, приуроченные к трещиноватым и закарстованным породам, образуют отдельные скопления напорных и высоконапорных вод. Частичная их разгрузка осуществляется через зоны тектонических нарушений, главным образом по основным эрозионным врезам Тимана, реже в виде изолированных восходящих родников. Основной сток подземных вод направлен в сторону прилегающих артезианских бассейнов.

В границах бассейна величина среднегогодового модуля подземного стока изменяется от 2,6—3,2 л/сек·км² в терригенных девонских и верхнепермских отложениях и до 3,5—4,0 л/сек·км² в закарстованных отложениях нижней перми и карбона.

Выходящие на поверхность породы верхнего протерозоя обладают относительно слабой водообильностью, которая распространяется на глубину, определяемую мощностью выветрелой трещиноватой зоны. В этих отложениях величина подземного стока характеризуется значением модуля примерно 2,2 л/сек·км².

Естественные ресурсы подземных вод зоны интенсивного водообмена Канино-Тиманского бассейна с расчетной площади 58,7 тыс. км² составляют до 190 м³/сек, или 5,95 км³/год. На большей части рассматриваемой территории (Северный и Средний Тиман) подземные воды четвертичных отложений принимают незначительное участие в формировании подземного стока (до 5—10% от общего подземного стока). На юге бассейна (южнее ж.-д. линии Котлас—Воркута), в области широкого распространения флювиогляциальных отложений, участие вод четвертичного комплекса в формировании подземного стока несколько увеличивается. Естественные ресурсы пресных подземных вод по отдельным водоносным комплексам приведены в табл. 5.

Таблица 5

Естественные ресурсы пресных подземных вод Канино-Тиманского бассейна

№ п.п.	Водоносный комплекс	Расчетная площадь, тыс. км ²	Среднее значение модуля подземного стока, л/сек·км ²	Расход, м ³ /сек	Объем подземного стока, км ³ /год
1	Терригенных отложений верхней перми. Воды четвертичных отложений . . .	3,9	2,5	9,7	0,31
2	Отложений нижней перми и карбона. Воды четвертичных отложений . . .	33,5	3,65	122,7	3,89
3	Отложений девона. Воды четвертичных отложений	16,7	3,2	45,4	1,44
4	Отложений нижнего кембрия и верхнего протерозоя. Воды четвертичных отложений	4,6	2,2	10,1	0,31
Итого		58,7	—	187,9	5,95

Северо-Уральский бассейн трещинных вод. Подземные воды этого бассейна принимают участие в питании артезианских бассейнов Печорской системы. На рассматриваемой территории бассейна формирование подземного стока осуществляется главным образом за счет трещинных

и трещинно-карстовых вод, приуроченных к отложениям допермского возраста, а также вод четвертичной водоносной системы, имеющих подчиненное значение.

Широкое распространение обводненных закарстованных и трещинных пород палеозойского возраста на западном склоне Урала и высокая их водообильность определяют активное участие подземных вод в питании рек Печоры, Илыча, Бол. Сыни, Кожима и др. С метаморфическими отложениями протерозойско-нижнепалеозойского возраста, слагающими водораздельную часть Урала вне области развития многолетней мерзлоты, связаны трещинные воды коры выветривания и трещинно-жильные воды зон тектонических нарушений.

Величины среднемноголетних модулей подземного стока в пределах района изменяются от 10—5 до 0,3 л/сек·км² и менее. Естественные ресурсы подземных вод зоны интенсивного водообмена с оцениваемой площади, равной 45,4 тыс. км², составляют около 140 м³/сек, или 4,36 км³ в год.

Ресурсы подземных вод коренных и четвертичных отложений подсчитывались суммарно. Можно считать, что ввиду локальной обводненности четвертичных отложений естественные ресурсы приуроченных к ним подземных вод сравнительно малы и не будут превышать 10% общих ресурсов (табл. 6).

Таблица 6

Естественные ресурсы подземных вод Северо-Уральского бассейна

№ п п	Водоносный комплекс	Расчетная площадь, тыс. км ²	Среднее значение модуля подземного стока, л/сек·км ²	Расход м ³ /сек	Объем стока км ³ /год
1	Отложения карбона, девона и силура	21,8	4,5	98,0	3,11
2	Отложений ордовика, кембрия и протерозоя	23,6	1,65	38,9	1,25
	Итого	45,4	—	136,9	4,36

Мезенско-Вычегодский артезианский бассейн. В пределах бассейна пресные подземные воды связаны с отложениями верхнепермского, триасового, юрского и четвертичного возраста. Нижняя граница зоны пресных вод располагается на глубинах порядка 100—150 м от поверхности. На отдельных участках граница зоны интенсивного водообмена довольно отчетливо прослеживается по смене пресных вод соленоватыми.

На участках дренирования четвертичных отложений значительной мощности (до 100 м) величина модуля подземного стока по аналогии с юго-западными районами изменяется в пределах 0,9—1,5 л/сек·км². На участках с относительно меньшей (20—40 м) мощностью или преимущественно глинистым составом четвертичных отложений (Северные Увалы, Вычегодско-Мезенское междуречье) модуль подземного стока из этих отложений не будет превышать 0,5—1,0 л/сек·км². Таким образом, в области дренирования четвертичных и верхнепермских или четвертичных и нижнетриасовых отложений естественные ресурсы грунтовых и слабонапорных вод мощного четвертичного комплекса составляют до 50—70% общих ресурсов зоны интенсивного водообмена. В области дренирования юрских и четвертичных отложений последние

принимают подчиненное участие в формировании подземного стока (примерно до 30—40% от общего объема ресурсов). Основной объем подземного стока в этом случае приходится на весьма водообильный комплекс келловейско-батских отложений.

Естественные ресурсы пресных подземных вод части бассейна, находящейся в пределах Коми АССР и Ненецкого национального округа, с расчетной площади 123,3 тыс. км² составляют более 260 м³/сек, или примерно 8,28 км³ в год. Эти значительные ресурсы в большой степени обеспечиваются водами четвертичных отложений.

Печорский артезианский бассейн. В пределах южной части бассейна, названной Ижма-Печорским бассейном второго порядка, подземный сток формируется преимущественно за счет вод коренных пород и в меньшей степени (до 30%) за счет вод четвертичных отложений. На севере, в области Большеземельского бассейна второго порядка, доля вод четвертичных отложений в подземном стоке еще более уменьшается ввиду распространения толщ мерзлых пород. Большеземельский бассейн в гидрогеологическом и гидрологическом отношении изучен очень слабо. Модули подземного стока применяются здесь по аналогии с соседними, более изученными площадями, находящимися в примерно одинаковых условиях (табл. 7). Эти модули невелики и не превышают

Таблица 7

Естественные ресурсы подземных вод Большеземельского бассейна

№ п/п	Водоносный комплекс	Расчетная площадь, тыс. км ²	Среднее значение модуля подземного стока, л/сек·км ²	Расход, м ³ /сек	Объем стока, км ³ /год
1	Воды спорадического распространения аптско-оксфордских отложений, водоносный комплекс келловейско-батских отложений совместно с водами четвертичных отложений	38,3	3,2	116,5	3,69
2	Водоносный комплекс отложений триаса и воды четвертичных отложений	44,7	1,7	68,5	2,18
3	Водоносный комплекс отложений верхней перми и воды четвертичных отложений	40,3	1,7	76,0	2,41
Итого		123,3	—	261,0	8,28

0,5—1,0 л/сек·км². В Ижма-Печорском бассейне в зоне широкого развития меловых и юрских отложений модули подземного стока достигают 2,0—3,0 л/сек·км². Келловейско-батские отложения, обладающие значительной водообильностью, обеспечивают основной подземный сток с этой обширной территории как на участках выходов под четвертичные отложения, так и под отложениями нижнемелового и верхнеюрского возраста. Разгрузка стока подземных вод осуществляется в долины рек Печоры, Ижмы, Усы и их многочисленных притоков.

Естественные ресурсы пресных подземных вод Печорского бассейна с оцениваемой площади, равной 227,3 тыс. км², составляют около 480 м³/сек, или 15,11 км³ в год.

Печора-Предуральский бассейн. Формирование подземного стока зоны интенсивного водообмена в пределах территории бассейна осуществляется преимущественно за счет вод коренных пород и в мень-

Таблица 8

Естественные ресурсы подземных вод Ижма-Печорского бассейна

№ п/п	Водоносный комплекс	Расчетная площадь, тыс. км ²	Среднее значение модуля подземного стока, л/сек км ²	Расход, м ³ /сек	Объем стока, км ³ /год
1	Воды спорадического распространения аптско-оксфордских отложений нижнего мела и верхней юры				
2	Водоносный комплекс келловейско-батских отложений. Воды четвертичных отложений	95,1	2,08	197,5	6,27
3	Водоносный комплекс отложений триаса и воды четвертичных отложений	4,6	1,50	6,9	0,22
4	Водоносный комплекс отложений верхней перми и воды четвертичных отложений	1,8	1,50	2,7	0,09
5	Водоносный комплекс отложений нижней перми и карбона и воды четвертичных отложений	1,1	3,50	3,8	0,12
6	Водоносный комплекс отложений девона и воды четвертичных отложений	1,4	3,00	4,2	0,13
Итого		104,0	—	215,1	6,83

Таблица 9

Естественные ресурсы подземных вод Печора-Предуралья бассейна

№ п/п	Водоносный комплекс	Расчетная площадь, тыс. км ²	Среднее значение модуля подземного стока, л/сек км ²	Расход, м ³ /сек	Объем стока, км ³ /год
1	Водоносный горизонт отложений верхнего мела и воды четвертичных отложений	7,6	3,7	28,2	0,88
2	Водоносный комплекс отложений триаса и воды четвертичных отложений	12,7	2,4	30,5	0,98
3	Водоносный комплекс отложений верхней перми и воды четвертичных отложений	19,2	2,5	48,0	1,53
4	Водоносный комплекс отложений нижней перми и воды четвертичных отложений	5,2	2,6	13,5	0,44
5	Водоносный комплекс нерасчлененных отложений триаса и перми и воды четвертичных отложений	19,6	2,4	47,0	1,49
6	Водоносный комплекс отложений карбона, девона и силура и воды четвертичных отложений	6,4	5,5	35,1	1,12
Итого		70,7	—	202,3	6,44

шей степени (не более 30% от общих ресурсов) за счет водоносной системы четвертичных отложений. Характерной особенностью северной части территории является наличие толщ мерзлых пород, которые несколько ограничивают подземное питание рек. Среднемноголетние модули подземного стока на севере бассейна не превышают 0,5—1,0 л/сек·км². В центральной и южной частях бассейна величины модулей увеличиваются до 3—5 л/сек·км². Естественные ресурсы пресных подземных вод с оцениваемой части территории, равной 70,7 тыс. км², составляют около 200 м³/сек, или 6,44 км³ в год.

Распределение ресурсов по отдельным водоносным толщам бассейна приведено в табл. 9.

Суммарные естественные ресурсы пресных подземных вод территории Коми АССР и Ненецкого национального округа с расчетной площади в 402 тыс. км² составляют около 1000 м³/сек, или 31,86 км³/год.

2. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Исходным материалом для подсчета эксплуатационных ресурсов, выполненного по методике ВСЕГИНГЕО (1962), послужили данные по 189 одиночным скважинам и колодцам, 86 источникам и 36 шахтам.

На основе приведенных к предыдущим главам гидрогеологических карт составлена карта (см. прил. 4), на которой выделены зоны с определенными значениями модулей эксплуатационных ресурсов подземных вод.

В качестве рекомендаций на карте и в текстовых таблицах дана примерная проектная производительность водозаборных сооружений (в л/сек), разбитая на шесть групп. Принятый радиус контура расположения скважин в группе составляет: для первой группы 20—25 км, для второй 15—20, для третьей 10—15, для четвертой 3—5, для пятой 1—3 и для последней менее 1—2 км.

Оценка эксплуатационных ресурсов по методике ВСЕГИНГЕО примерно соответствует требованиям ГКЗ к подсчету эксплуатационных запасов подземных вод по категории С₂.

Подсчет эксплуатационных ресурсов подземных вод на территории Коми АССР и Ненецкого национального округа впервые был выполнен в 1962 г. Е. В. Быковым и др. и апробирован во ВСЕГИНГЕО в 1963 г. М. Н. Колядой. Площадь, на которой были оценены эксплуатационные ресурсы, составила до 40% территории Коми АССР и Ненецкого национального округа.

В процессе подготовки настоящей главы модули эксплуатационных ресурсов для большинства водоносных горизонтов и комплексов были пересчитаны автором в соответствии с последними данными о водообильности пород и характера их распространения на площади.

Внесенные изменения значительно увеличили величину эксплуатационных ресурсов в сравнении с ранее подсчитанной. Оценке подлежали ресурсы пресных подземных вод зоны активного водообмена в коренных породах. Эти воды, как правило, имеют хорошую бактериологическую характеристику.

Кроме того, выполнен расчет эксплуатационных ресурсов подземных вод водоносного горизонта неоген-четвертичных образований для южной части территории Коми АССР.

Значения водоотдачи пород в том или ином районе принимались по фактическим данным, реже — по аналогии с соседними комплексами отложений, сходными по гидрогеологической характеристике. Значения сработки эксплуатационных ресурсов, которая будет иметь место при сработке упругих запасов и частичном осушении водоносной толщи, определялись гидродинамическим расчетом, разработанным Н. Н. Бин-

деманом. За величину восполнения ресурсов водоносных горизонтов и комплексов принималась часть (до 50% и более) величины подземного стока, определенного по методу расчленения гидрографов рек (Куделин, 1951, 1960).

Ниже приведена характеристика эксплуатационных ресурсов каждого крупного гидрогеологического района рассматриваемой территории.

Канино-Тиманский бассейн трещинных вод. Гидрогеологические условия бассейна изучены слабо. В его пределах развиты протерозойские и палеозойские отложения. Источники пресных вод, связанные с этими отложениями, имеют расход от десятых долей до 2 л/сек. Для южной части бассейна имеются некоторые данные результатов опытных работ по отдельным скважинам. Эти данные представляют возможность определить величину модуля эксплуатационных ресурсов подземных вод (по предположению).

В юго-восточной оконечности бассейна распространен достаточно выдержанный по площади водоносный горизонт нерасчлененных среднечетвертичных — неогеновых (доднепровских) озерно-аллювиальных отложений, представленный главным образом песками с гравийно-галечными прослоями. Мощность горизонта изменяется от нескольких единиц до 25 м. Подземные воды преимущественно с небольшими напорами и имеют гидрокарбонатно-кальциевый состав. Удельные дебиты скважин 0,2—2,4 л/сек. При расчете модуля средняя водоотдача пород принималась равной 0,2 при среднем понижении 20 м. Групповые водозаборы могут иметь производительность в 10—50 л/сек. Модуль эксплуатационных ресурсов горизонта достигает 1,5 л/сек·км².

Комплекс отложений верхней перми развит на небольших площадях в бассейне р. Тобысь (в ядре Тобысской синклинали) и в верховьях рек Вычегды и Мезени. Он представлен песчаниками, аргиллитами, алевролитами, известняками и мергелями. До глубины местного эрозионного вреза комплекс вмещает пресные хорошего качества напорные подземные воды. При расчетах водоотдача принималась равной 0,01, среднее понижение — 50 м. Групповые водозаборы подземных вод в районе целесообразно закладывать с дебитом до 50 л/сек. Модуль эксплуатационных ресурсов водоносного комплекса составляет 0,8 л/сек·км².

Водоносный комплекс отложений нижней перми и карбона представлен в основном известняками и доломитами, часто закарстованными. Подземные воды, как правило, обладают напорами. При расчетах водоотдача принималась равной 0,03, среднее понижение уровня для северных участков 100 и для южных 20 м. Групповые водозаборы могут иметь здесь производительность 100—500 л/сек при модуле эксплуатационных ресурсов, равном 2,6 л/сек·км².

Водоносный комплекс девонских отложений представлен терригенными и карбонатными породами с крайне изменчивой водоносностью. Наиболее водообильны известняки в южной части бассейна, где отдельные скважины фонтанировали с расходом более 10 л/сек. При расчетах водоотдача принималась равной 0,01, среднее понижение 50 м. Проектируемые дебиты групповых водозаборов не должны превышать 50—100 л/сек. Модуль эксплуатационных ресурсов равен 1,6 л/сек·км².

Отложения протерозойского возраста представлены метаморфизованными песчано-алеврито-глинистыми и карбонатными породами, водоносность которых характеризуется дебитами источников, чаще всего не превышающими 1 л/сек, и дебитами фонтанирующих скважин, достигающими 1,8—6,0 л/сек. В зоне активного водообмена циркулируют трещинные безнапорные воды, обычно гидрокарбонатные

кальциевые, магниевые или натриевые с минерализацией 0,1—0,3 г/л. Глубже в массиве горных пород встречаются трещинно-жилые напорные относительно минерализованные воды, которые могут обладать значительной радиоактивностью. При подсчете эксплуатационных запасов подземных вод комплекса приняты расчетные параметры, введенные ранее для водоносного комплекса пермских отложений. Подземные воды этого комплекса могут каптировать групповыми водозаборами с производительностью не более 10—50 л/сек.

Общие эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод бассейна составляют около 130 м³/сек. Наиболее перспективными в отношении использования эксплуатационных ресурсов подземных вод в народном хозяйстве являются водоносные отложения нижней перми и карбона, а на отдельных площадях — водоносный комплекс девонских отложений (табл. 10).

Северо-Уральский бассейн трещинных вод. Горная часть Урала, не вошедшая в территорию подсчета, сложена кристаллическими слан-

Таблица 10

Эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод Канино-Тиманского и Северо-Уральского бассейнов трещинных вод

№ п/п	Водоносный комплекс	Площадь, тыс. км ²	Модуль эксплуатационных ресурсов, л/сек·км ²			Эксплуатационные ресурсы, м ³ /сек		Рекомендуемая производительность водозабора (Мгруппы) (л/сек)
			сработка запасов	восполнение	суммарно	общие	в том числе восполнение	

Канино-Тиманский бассейн трещинных вод

1	Водоносный горизонт средне-четвертичных—неогеновых озерно-аллювиальных отложений	7,4	0,66	0,80	1,46	10,8	5,92	$\frac{5}{10-50}$
2	Водоносный комплекс отложений верхней перми	3,9	0,08	0,72	0,80	3,12	2,81	$\frac{5}{10-50}$
3	Водоносный комплекс отложений нижней перми и карбона	33,5	0,20	2,40	2,60	87,1	80,48	$\frac{3}{100-500}$
4	Водоносный комплекс отложений девона	16,7	0,10	1,50	1,60	26,7	25,0	$\frac{4}{50-100}$
5	Водоносный комплекс отложений протерозоя	4,6	0,08	0,52	0,60	2,76	2,39	$\frac{5}{10-50}$
	Итого	—	—	—	—	130,48	116,6	—

Северо-Уральский бассейн трещинных вод

6	Водоносный комплекс отложений преимущественно палеозойского возраста	21,8	1,00	2,00	3,00	65,4	43,6	$\frac{4}{50-100}$
	Итого	—	—	—	—	65,4	43,6	—

цами, кварцитами, эффузивами, туфами и характеризуется слабой водоносностью. Здесь отмечены отдельные источники с дебитами, не превышающими нескольких литров в секунду. Западный склон Урала сложен преимущественно карбонатными породами карбона, девона и силура, водоносность которых изучена слабо. В процессе геологической съемки были отмечены многочисленные источники с дебитом до 10—25 л/сек; на участках развития карста дебит источников достигает 50 л/сек и более. Солевой состав подземных вод комплекса в зоне интенсивного водообмена гидрокарбонатный кальциевый, реже натриевый. При подсчете эксплуатационных ресурсов каменноугольно-силурийского водоносного комплекса использованы модули, полученные при подсчете ресурсов данного комплекса пород более изученных в гидрогеологическом отношении структур поднятия Чернова и Печора-Малоземельского вала. Водоотдача пород принималась равной 0,02, среднее понижение — 95 м. Проектируемые групповые водозаборы могут быть производительностью 50—100 л/сек. (см. табл. 10).

Мезенско-Вычегодский артезианский бассейн. Гидрогеологические условия территории бассейна изучены неравномерно. Северная его часть охарактеризована модулями эксплуатационных ресурсов по предположению и по аналогии с более изученными центральными и южными районами.

Водоносность четвертичных отложений почти не изучена и по этой причине не может быть охарактеризована модулями эксплуатационных ресурсов. Исключение составляет водоносный горизонт нерасчлененных среднечетвертичных — неогеновых озерно-аллювиальных отложений, развитых в бассейне рек Сысолы и Вычегды. Этот достаточно выдержанный по площади горизонт представлен главным образом песками с гравийно-галечными прослоями. Установленная мощность горизонта изменяется от нескольких единиц до 25—35 м, редко более.

Пресные подземные воды этого горизонта характеризуются преимущественно небольшими напорами и имеют гидрокарбонатно-кальциевый состав. Удельные дебиты скважин колеблются в пределах 0,2—2,4 л/сек. При расчете модуля водоотдачи пород принималась равной 0,2, среднее понижение — 20 м. Групповые водозаборы могут проектироваться на производительность до 50 л/сек.

В бассейне верхнего течения реки Сысолы и на Камско-Вычегодском междуречье отложения нижнего мела и верхней юры вмещают воды спорадического распространения. Эти отложения мощностью до 60—70 м представлены глинами с водоносными пропластками песков и горючих сланцев. Удельные расходы скважин не превышали 0,1 л/сек. Воды пресные гидрокарбонатно-кальциевого состава. Модуль эксплуатационных ресурсов для этих отложений принят по предположению равным 0,25 л/сек·км². В бассейнах рек Сысолы, Яренги и Мезенской Пижмы широко распространен водоносный комплекс келловейско-батских отложений юры, представленный переслаивающимися песками, глинами, песчаниками и алевролитами. Верхняя часть разреза отложений имеет более глинистый состав, чем нижняя, относимая к средней юре. Пластово-поровые, чаще всего напорные воды комплекса имеют гидрокарбонатный кальциевый или натриевый состав с минерализацией 0,2—0,7 г/л. Удельные расходы скважин изменяются от 0,1 до 0,8 л/сек и более. Модуль эксплуатационных ресурсов на площади развития данного водоносного комплекса определен равным 1,80 л/сек·км² при расчетном понижении в 40 м и водоотдаче 0,2.

В центральной части Мезенско-Вычегодского бассейна, где мощность келловейско-батских отложений составляет около 100 м, проектные дебиты групповых водозаборов подземных вод могут достигать 80—

100 л/сек, тогда как на остальной площади развития этих отложений они должны быть приняты равными 50—60 л/сек.

В бассейнах рек Лузы, Выми и Локчима наиболее широко в сравнении с отложениями других возрастов распространен водоносный комплекс отложений триаса, представленный алевритами и глинами с прослоями песков и конгломератов. Пластово-поровые напорные воды имеют преимущественно гидрокарбонатный кальциевый или натриевый состав. На глубине более 50 м встречаются хлоридно-натриевые воды. Удельные расходы скважин чаще всего не превышают 0,01—0,1 л/сек, достигая иногда 0,2—0,3 л/сек. Модуль эксплуатационных ресурсов на площадях развития водоносного комплекса определен в 0,50 л/сек·км² при расчетном понижении 30 м и водоотдаче 0,2.

Вдоль северо-восточной границы бассейна под четвертичным чехлом широкой полосой выходят отложения верхней перми, сложенные терригенными, реже карбонатными образованиями. Пластово-трещинные напорные воды комплекса отличаются разнообразием солевого состава и степени минерализации. На большей части территории отложения верхней перми содержат гидрокарбонатные кальциевые или натриевые воды. На глубине более 50 м почти на всей площади развития комплекса залегают солоноватые воды. В бассейнах верхнего течения рек Вашки и Мезени с отложениями комплекса связаны источники солоноватых вод, указывающие на повышенную минерализацию подземных вод в верхней части разреза этих пород. Площади распространения солоноватых вод не вошли в границы подсчета эксплуатационных ресурсов. Водоносность отложений верхней перми незначительная и характеризуется дебитами источников, не превышающими десятых долей литров в секунду, и удельными расходами скважин обычно менее 0,1 л/сек. Модуль эксплуатационных ресурсов для данного комплекса определен в 0,40 л/сек·км² при понижении в 15 м и водоотдаче 0,01. Проектные расходы групповых водозаборов подземных вод из отложений триаса и верхней перми не должны превышать соответственно 10—50 и 1—10 л/сек.

Общие эксплуатационные ресурсы подземных вод рассматриваемого бассейна составляют около 160 м³/сек. Наиболее перспективными в отношении эксплуатационных ресурсов следует считать водоносный комплекс келловейско-батских отложений и водоносный горизонт неоген-четвертичных озерно-аллювиальных отложений (табл. 11).

Печорский артезианский бассейн. Северная часть бассейна — область Большеземельской и Малоземельской тундры, почти не изучена в гидрогеологическом отношении и поэтому не охарактеризована модулями эксплуатационных ресурсов подземных вод.

Большую площадь в пределах бассейна занимают отложения нижнего мела и верхней юры, содержащие воды спорадического распространения. Эти отложения представлены глинами и алевритами, включающими прослои водоносных песков и песчаников. Водоносность пород незначительная и характеризуется расходами источников и скважин, редко достигающими 0,3—0,4 л/сек. Подземные воды верхней части разреза обычно гидрокарбонатного кальциевого, реже натриевого состава с минерализацией от 0,2 до 0,8 г/л. Модуль эксплуатационных ресурсов для площади распространения этого комплекса принят по предположению равным 0,25 л/сек·км².

Еще более широко на площади бассейна развиты келловейско-батские отложения, представленные переслаивающимися глинами, алевролитами и песками с прослоями песчаников. Пластово-поровые напорные воды этих отложений характеризуются гидрокарбонатным натриевым, реже кальциевым или магниевым составом и имеют мине-

Таблица 11

Эксплуатационные ресурсы Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна

№ п/п	Водоносный комплекс	Площадь, тыс км ²	Модуль эксплуатационных ресурсов, л/сек км ²			Эксплуатационные ресурсы, м ³ /сек		Рекомендуемая производительность водозаборов (№ группы) (л/сек)
			сработка запасов	восполнение	суммарно	общие	в том числе восполнение	
1	Водоносный горизонт средне-четвертичных—неогеновых озерно-аллювиальных отложений	31,1	0,66	0,9	1,56	48,5	28,0	$\frac{5}{10-50}$
2	Воды спорадического распространения аптско-оксфордских отложений нижнего мела и верхней юры	15,8	0,2	0,05	0,25	3,95	0,76	$\frac{6}{1-10}$
3	Водоносный комплекс келловейско-батских отложений юры	38,3	0,44	1,36	1,80	69,0	52,1	$\frac{4}{50-100}$
4	Водоносный комплекс отложений триаса	44,7	0,04	0,45	0,50	22,35	20,50	$\frac{5}{10-50}$
5	Водоносный комплекс отложений верхней перми	32,0	0,03	0,37	0,40	12,8	11,8	$\frac{6}{1-10}$
Итого		—	—	—	—	156,6	113,16	—

рализацию от 0,3 до 0,8 г/л. Водоносность отложений комплекса значительная. Ряд скважин фонтанирует с расходом от 5—10 до 100 л/сек и более. Погружаясь под относительно водоупорные отложения нижнего мела и верхней юры, этот мощный водоносный комплекс продолжает оставаться весьма водообильным и содержит пресные подземные воды. Запасы этих вод учтены при расчетах. Лишь в области выклинивания юрских отложений на глубине 90—100 м иногда встречаются солоноватые подземные воды. Проектные дебиты групповых водозаборов подземных вод комплекса и верхнеюрских отложений могут составлять не более 10 л/сек.

Для келловейско-батских отложений проектные дебиты групповых водозаборов подземных вод могут изменяться в пределах 100—500 л/сек. В краевых частях бассейна, где мощность рассматриваемых отложений не превышает 150—200 м, производительность таких водозаборов может быть определена в 100—150 л/сек. Однако в центральной части бассейна, где келловейско-батские отложения имеют мощность до 300—400 м, возможно проектирование групповых водозаборов с расходами до 300—500 л/сек.

Отложения триаса на большей части площади бассейна перекрываются юрскими осадками и выходят под покров четвертичных образований лишь на отдельных площадях. Разрез отложений триаса, представленный переслаивающимися глинами, песчаниками и алевролитами с прослоями конгломератов, в гидрогеологическом отношении изучен слабо. По некоторым имеющимся данным водоносность пород комплекса невелика. При оценке ресурсов подземных вод принят модуль эксплуатационных ресурсов, полученный для отложений триасо-

вого водоносного комплекса в соседнем Печора-Предуральском артезианском бассейне, рассматриваемом ниже.

Сходные по литологическому составу и водообильности породы верхнепермского комплекса выходят под четвертичные отложения в районе Печора-Малоземельского вала. На большей части территории эти отложения перекрыты мезозойскими осадками. Модуль эксплуатационных ресурсов для отложений триаса и верхней перми определен по предположению. При проектировании групповых водозаборов на площадях развития этих водоносных комплексов проектные расходы групп скважин не должны превышать 10—50 л/сек.

В районе Печора-Малоземельского вала в ядрах антиклинальных структур имеют развитие водоносные отложения нижней перми и карбона, объединенные в один водоносный комплекс, и водоносный комплекс отложений девона. Комплексы сложены преимущественно трещиноватыми, иногда закарстованными карбонатными породами. Водоносность этих отложений почти не изучена. Модули эксплуатационных ресурсов для участков распространения этих водоносных комплексов взяты по аналогии с районом Южного Тимана, где водоносность карбонатных пород девонского и каменноугольного возраста изучены с большей детальностью.

Общие эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод Печорского артезианского бассейна до 200 м³/сек (табл. 12). Наиболее перспективен для целей водоснабжения водоносный комплекс келловейско-батских отложений, а также небольшие по площади распространения водоносные комплексы верхней перми, карбона и девона.

Таблица 12

Эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод Печорского артезианского бассейна

№ п/п	Водоносный комплекс	Площадь, тыс. км ²	Модуль эксплуатационных ресурсов, л/сек км ²			Эксплуатационные ресурсы, м ³ /сек		Рекомендуемая производительность водозабора (№ группы) (м ³ /сек)
			сработка запасов,	восполнение	суммарно	общие	из них восполнение	
1	Воды спорадического распространения аптско-оксфордских отложений нижнего мела и верхней юры	68,7	0,20	0,05	0,25	17,2	3,43	$\frac{6}{1-10}$
2	Водоносный комплекс келловейско-батских отложений юры	95,0	0,60	1,20	1,80	171,0	113,90	$\frac{3}{100-500}$
3	Водоносный комплекс отложений триаса	4,6	0,15	0,65	0,80	3,68	2,99	$\frac{5}{10-50}$
4	Водоносный комплекс отложений верхней перми	1,8	0,15	0,65	0,80	1,44	1,17	$\frac{5}{10-50}$
5	Водоносный комплекс отложений нижней перми и карбона	1,1	0,19	2,41	2,60	2,86	2,65	$\frac{4}{50-100}$
6	Водоносный комплекс отложений девона	1,4	0,08	1,52	1,60	2,24	2,13	$\frac{5}{10-50}$
Итого		—	—	—	—	198,42	126,27	—

Печора-Предуральский артезианский бассейн. На юге бассейна, в верхнем течении р. Печоры, имеет распространение водоносный горизонт неоген-четвертичных отложений, характеристика которому дана выше, при описании Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна. Данные об эксплуатационных ресурсах этого горизонта приведены в табл. 13.

Таблица 13

Эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод Печора-Предуральского артезианского бассейна

№ п/п	Водоносный комплекс	Площадь, тыс. км ²	Модуль эксплуатационных ресурсов, л/сек·км ²			Эксплуатационные ресурсы, м ³ /сек		Рекомендуемая производительность колодезьных групп (№ группы л/сек)
			сработка запасов	восполнение	суммарно	общие	из них восполнение	
1	Водоносный горизонт среднечетвертичных—неогеновых озерно-аллювиальных отложений	5,4	0,66	0,9	1,56	8,42	4,86	$\frac{5}{10-50}$
2	Водоносный горизонт отложений верхнего мела . .	7,6	0,45	1,75	2,20	16,74	13,31	$\frac{3}{100-500}$
3	Водоносный комплекс отложений триаса	12,7	0,15	0,65	0,80	10,18	8,25	$\frac{5}{10-50}$
4	Водоносные комплексы отложений верхней перми	24,4	0,15	0,65	0,80	19,51	15,60	$\frac{5}{10-50}$
5	Водоносный комплекс отложений триаса и перми	19,6	0,15	1,85	2,00	39,2	36,15	$\frac{4}{50-100}$
6	Водоносный комплекс отложений карбона, девона и силура	6,4	1,00	2,00	3,00	19,2	12,8	$\frac{4}{50-100}$
Итого		76,1	—	—	—	113,25	90,97	—

В северо-восточной части рассматриваемого района, в бассейне р. Усы, развит водоносный горизонт отложений верхнего мела, представленный опоковидными песчаниками, алевролитами, глинами, конгломератами и гравелитами. Максимальная мощность комплекса достигает 230 м. Эти весьма водообильные отложения содержат порово-трещинно-пластовые напорные воды гидрокарбонатно-натриевого состава с минерализацией 0,4—0,7 г/л. Удельные дебиты скважин колеблются в пределах 1,9—3,4 л/сек. При расчете модуля водоотдачи пород принималась равной 0,01, среднее понижение—90 м. Проектируемые расходы групповых водозаборов могут достигать 100—500 л/сек.

В центральной части бассейна, к югу от гряды Чернышева, развиты отложения триаса, представленные переслаивающимися трещиноватыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Отложения комплекса вмещают пресные пластово-трещинные воды гидрокарбонатно-кальциевого состава с минерализацией 0,2—0,4 г/л. При расчете модуля эксплуатационных ресурсов водоотдача принималась равной 0,01, среднее понижение 70—90 м.

Водоносный комплекс отложений верхней перми выделен в южной части бассейна, где он занимает обширную территорию. Небольшой район развитых с поверхности верхнепермских пород находится также в центральной части бассейна. Осадки верхней перми представлены переслаивающимися трещиноватыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами с прослоями конгломератов и известняков. Пластово-трещинные, большей частью слабонапорные воды комплекса характеризуются преимущественно гидрокарбонатно-натриевым составом. Расходы самоизливающихся скважин, встретивших воду до глубины 200 м, колеблются в пределах 1,8—8,3 л/сек. Ниже водообильность верхнепермских пород резко сокращается. При расчете модуля эксплуатационных ресурсов водоотдача принималась равной 0,01, среднее понижение порядка 70—90 м. Групповые водозаборы можно проектировать производительностью до 10—50 л/сек.

В северной части бассейна, в области распространения многолетнемерзлых пород, развит водоносный комплекс нерасчлененных отложений триаса и перми, представленный песчаниками, алевролитами и аргиллитами.

Водоносность комплекса хорошо изучена в районах Воркутского и Интинского угольных месторождений, где эти воды используются в целях водоснабжения. Водоотдача пород комплекса несколько уменьшается с севера на юг. Удельные дебиты скважин на севере в среднем равны 0,4—0,7, на юге — 0,2—0,3 л/сек. Трещиноватые породы комплекса вмещают преимущественно слабонапорные пресные подземные воды гидрокарбонатного кальциевого или натриевого состава с минерализацией 0,2—1,0 г/л.

Модуль эксплуатационных ресурсов комплекса нерасчлененных отложений триаса и перми определен по методу аналогий на основании данных о величине шахтного водоотлива и эксплуатации групповых водозаборов подземных вод в целях водоснабжения. В качестве «ключевого» участка принимался групповой водозабор в западной части Воркутского месторождения. Здесь в течение ряда лет на небольшом удалении от горных выработок шахт эксплуатируются четыре водозаборные скважины общей производительностью 95 л/сек. По данным режимных наблюдений радиус влияния водозабора не превышает 10 км. Модуль эксплуатационных ресурсов, подсчитанный по этим параметрам, равен 3,0 л/сек·км² (по данным величины шахтного водоотлива на Воркутском месторождении этот модуль достигает примерно 4—5 л/сек·км²). В качестве второго опорного участка принималась вся площадь Интинского каменноугольного месторождения. Общешахтный водоотлив на месторождении 225 л/сек. Дебит всех водозаборов составляет 76 л/сек. Принимая за зону влияния всю площадь месторождения, равную 45 км² (практически это влияние несколько меньше), мы получили значение модуля эксплуатационных ресурсов для данного района 6,6 л/сек·км².

Эксплуатационные ресурсы в указанных районах значительно превышают естественные ресурсы, что связывается здесь с наличием фильтрации вод поверхностных водотоков и водоемов в толщу горных пород, а также с изменением в сторону увеличения доли участия атмосферных осадков в питании подземных вод в зоне дренирования. Учитывая, что на территории развития отложений комплекса поверхностные воды не везде имеют такое распространение, а водоотдача пород может быть несколько меньшей, модуль эксплуатационных ресурсов в целом для комплекса принят равным 2,0 л/сек·км². Дебиты групповых водозаборов на площади развития комплекса могут составить 50—100 л/сек.

В северной и северо-западной частях бассейна, в пределах поднятия Чернова и гряды Чернышева, непосредственно под четвертичными отложениями распространен водоносный комплекс карбона, девона и силура, сложенный карбонатными, часто закарстованными породами. Породы комплекса вмещают грунтовые трещинно-карстовые воды и пластово-трещинные слабонапорные воды. Источники грунтовых вод имеют дебиты в 0,4—0,7 л/сек, редко более. Воды гидрокарбонатно-кальциевого состава с минерализацией 0,2—0,3 г/л. Водообильность пород, содержащих слабонапорные подземные воды, характеризуется удельными дебитами скважин порядка 0,9—2,3 л/сек. Как правило, это пресные гидрокарбонатные кальциевые, реже натриевые воды, имеющие минерализацию 0,3—1,0 г/л. При расчете модуля эксплуатационных запасов водоотдача принималась равной 0,02, среднее понижение — 95 м. Проектируемые групповые водозаборы могут быть рассчитаны на производительность в 50—100 л/сек.

В целом по Печора-Предуральскому артезианскому бассейну модуль эксплуатационных ресурсов изменяется от 0,8 л/сек·км² для водоносных комплексов триаса верхней и нижней перми до 2,2 л/сек·км² для отложений верхнего мела и 3,0 л/сек·км² — для водоносного комплекса карбонатных пород карбона, девона и силура. Общие эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод составляют около 115 м³/сек (табл. 13). Наиболее перспективным для целей водоснабжения является водоносный комплекс верхнего мела. Значительные ресурсы пресных подземных вод приурочены к отложениям карбона, девона и силура, а также к водоносному комплексу отложений триаса и перми.

Эксплуатационные ресурсы на площади подсчета, равной 386 тыс. км², достигают 660 м³/сек. Естественные ресурсы на несколько большей территории (включая горную часть Северо-Уральского бассейна трещинных вод и районы отсутствия пресных подземных вод, где эксплуатационные ресурсы не подсчитывались) определяются цифрой порядка 1000 м³/сек.

Эксплуатационные ресурсы того или иного водоносного горизонта обычно должны превосходить естественные ресурсы этого горизонта, поскольку понижение уровня подземных вод при откачке вызывает фильтрацию воды из рек и озер, а также перетекание из выше- и нижележащих водоносных горизонтов. Кроме того, в зоне развития депрессионной воронки усиливается инфильтрация атмосферных осадков. Исползованная же при подсчетах методическая схема позволяет дать лишь весьма приближенную региональную оценку минимальных эксплуатационных ресурсов основных водоносных горизонтов и комплексов. Разница между подсчитанными естественными и эксплуатационными ресурсами объясняется тем, что при определении последних почти не учитывались ресурсы подземных вод четвертичных отложений. Следует отметить также, что расчетные параметры, взятые в большинстве случаев по усредненным данным опытных работ, привели к некоторому занижению значений эксплуатационных ресурсов, поскольку на практике почти всегда фактическая производительность эксплуатационных скважин (и водозаборов в целом) значительно выше производительности разведочных скважин, пробуренных и опробованных на тех же участках. Характерным примером может служить район распространения водоносного комплекса триаса и перми северной части Печора-Предуральского артезианского бассейна. Подсчитанный с помощью формул гидродинамики модуль эксплуатационных ресурсов для водоносного комплекса нерасчлененных отложений триаса и перми составил всего лишь 0,3 л/сек·км². Однако по данным

шахтного водоотлива на Воркутском, Интинском и Юнъягинском угольных месторождениях, а также в результате наблюдений за многолетней работой групповых водозаборов установлено, что фактический модуль эксплуатационных ресурсов достигает в этих районах

Таблица 14

Естественные и эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод Печорского и Мезенско-Вычегодского артезианских бассейнов

№ п/п	Основные водоносные комплексы и горизонты	Каинно-Тиманский бассейн трещинных вод	Северо-Уральский бассейн трещинных вод	Мезенско-Вычегодский артезианский бассейн	Печорский артезианский бассейн	Печора-Предуральский артезианский бассейн
		Числитель естественные ресурсы подземных вод, м ³ /сек Знаменатель, эксплуатационные ресурсы подземных вод, м ³ /сек				
1	Водоносная толща четвертичных отложений (Q)	$\frac{25}{11}$	$\frac{14}{-}$	$\frac{133}{49}$	$\frac{43}{-}$	$\frac{54}{8}$
2	Водоносный горизонт отложений верхнего мела (Cr ₁)	—	—	—	—	$\frac{20}{17}$
3	Воды спорадического распространения аптско-оксфордских отложений (J ₂ ox — Cr ₁ ap) и водоносный комплекс келловейско-батских отложений (J ₂₋₃ bt — cl)	—	—	$\frac{70}{73}$	$\frac{158}{188}$	—
4	Водоносный комплекс отложений триаса (T)	—	—	$\frac{28}{22}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{21}{10}$
5	Водоносный комплекс нерасчлененных отложений триаса и перми (P+T)	—	—	—	—	$\frac{43}{39}$
6	Водоносные комплексы отложений верхней и нижней перми (P ₁ +P ₂)	$\frac{9}{3}$	—	$\frac{30}{13}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{36}{20}$
7	Водоносный комплекс отложений нижней перми и карбона (C+P ₁)	$\frac{104}{87}$	—	—	$\frac{3}{3}$	—
8	Водоносный комплекс отложений девона (D)	$\frac{41}{27}$	—	—	$\frac{4}{2}$	—
9	Водоносный комплекс отложений карбона, девона и силура (S—C)	—	$\frac{88}{65}$	—	—	$\frac{28}{19}$
10	Водоносный комплекс отложений ордовика, кембрия и протерозоя (Pt—O)	—	$\frac{35}{-}$	—	—	—
11	Водоносный комплекс отложений нижнего кембрия и верхнего протерозоя (Pt)	$\frac{9}{2}$	—	—	—	—
Итого		$\frac{188}{130}$	$\frac{137}{65}$	$\frac{261}{157}$	$\frac{215}{198}$	$\frac{202}{113}$

3—4 л/сек·км² и более, значительно превышая модули естественных ресурсов за счет фильтрации воды из поверхностных водостоков и водоемов, находящихся в зоне интенсивного дренирования подземных вод. С помощью метода аналогий был определен модуль эксплуатационных ресурсов для всего водоносного комплекса отложений триаса и перми, который составил 2,0 л/сек·км². Этот модуль позволяет получить с площади распространения комплекса до 40 м³/сек подземных вод. Для других водоносных комплексов «ключевых» участков с надежными и проверенными данными, к сожалению, нет.

Эксплуатационные ресурсы в Печорском и Мезенско-Вычегодском артезианских бассейнах, рассчитанные по характеристикам наиболее водообильных скважин, примерно равны естественным ресурсам, значения которых, возможно, несколько занижены из-за недостаточного количества исходных гидрогеологических данных. В остальных бассейнах естественные ресурсы значительно превышают полученные значения эксплуатационных ресурсов.

В табл. 14 приведены цифровые значения величин естественных и эксплуатационных ресурсов подземных вод для каждого водоносного комплекса. Эти же значения для основных водоносных комплексов показаны на карте ресурсов пресных подземных вод (см. прил. 4).

В целом на рассматриваемой территории наиболее перспективными в отношении использования эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод зоны активного водообмена являются: комплекс отложений перми и карбона, развитый в Канино-Тимапском бассейне, а также в пределах поднятия Чернова и Печора-Малоземельского вала; отложения водоносного горизонта верхнего мела и водоносный комплекс терригенных осадков триаса и перми, распространенные в северной части Печора-Предуралья бассейна; келловейско-батские отложения юры, широко развитые в Печорском и Мезенско-Вычегодском артезианских бассейнах; карбонатные отложения водоносного комплекса карбона, девона и силура, слагающие юго-западную часть Северо-Уральского бассейна трещинных вод. Модули эксплуатационных ресурсов на площадях распространения перечисленных комплексов пород изменяются в пределах 1,8—3,0 л/сек. Остальные водоносные комплексы менее перспективны, но также могут удовлетворить потребности населения и промышленности в качественной воде.

3. СОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

В настоящее время в пределах рассматриваемой территории подземные воды используются в целях водоснабжения в учетном количестве 0,54 м³/сек. Шахтный водоотлив увеличивает эту цифру до 1,62 м³/сек. Если допустить, что с помощью многочисленных копаных колодцев населением используется еще до 1 м³/сек подземных вод, то общий водоотбор подземных вод на территории Коми АССР и Ненецкого национального округа достигает 2,62 м³/сек, что составляет 0,08% от общей величины подсчитанных эксплуатационных ресурсов.

Подземные воды для целей водоснабжения используются в Воркутинском, Интинском и Печорском промышленных районах больше, чем в других районах.

В Воркутинском промышленном районе эксплуатируется 28 скважин с общим расходом 208 л/сек. Скважины, которыми каптируются преимущественно напорные воды отложений нижней перми, расположены в пределах района месторождения по одной или небольшими группами в непосредственной близости от города и шахтных поселков.

Несмотря на близкое расположение водозаборов от горных выработок шахт, скважины работают на одном режиме в течение ряда лет без заметного снижения уровенной поверхности. Динамические уровни воды в скважинах располагаются на глубинах 30—60 м (при понижениях в 20—30 м и расходах от 3 до 30 л/сек).

Депрессионные воронки, образовавшиеся в результате эксплуатации групповых водозаборов, прослеживаются на расстоянии 3000—6000 м, редко более.

Водоснабжение Воркутинского промышленного района будет улучшено за счет поверхностных вод р. Усы с привлечением подземных вод разведанных участков, расположенных на периферии Воркутского месторождения, запасы которых утверждены в ГКЗ в количестве 30 тыс. м³/сутки (350 л/сек). По приблизительным подсчетам, эксплуатационные запасы подземных вод в пределах Воркутинского промышленного района при рациональном размещении водозаборов могут достигать 80—100 тыс. м³/сутки (900—1200 л/сек).

В настоящее время потребности Воркутинского промышленного района в качественной воде удовлетворяются лишь на 15—20% от расчетного количества. Неблагополучное положение с водоснабжением района вызвано как недостаточным количеством разведанных запасов подземных вод, так и затянувшимся строительством водозаборов на уже разведанных участках и водовода от р. Усы. Кроме того, действующие водозаборные скважины не всегда оборудованы достаточно мощными насосными установками и работают не на полную производительность. В целях увеличения производительности групповых водозаборов подземных вод в настоящее время рассматривается вопрос о возможности искусственного пополнения ресурсов подземных вод участков водозаборов за счет вод шахтного водоотлива, сбрасываемых в поверхностные водотоки в количестве до 750 л/сек.

В Интинском промышленном районе в целях водоснабжения эксплуатируется 32 скважины с общим расходом до 76 л/сек. К водопроводной сети города подключено 11 скважин, остальные оборудованы по принципу «скважина—водозаборная колонка». Одиночные скважины, рассредоточенные в разных частях района, снабжают водой отдельные предприятия, население рабочих поселков и работают, как правило, не на полную мощность. Водозаборными скважинами каптируются подземные воды зоны активного водообмена, приуроченные к нижнепермским отложениям. Как и в районе Воркутского месторождения, эксплуатационный режим скважин характеризуется постоянством. Сработки уровенной поверхности подземных вод на участках групповых водозаборов не наблюдается. Динамические уровни воды в скважинах располагаются на глубине 20—50 м (при понижениях уровня равных 15—40 м и расходах скважин от 1 до 7 л/сек).

Депрессионные воронки вокруг групповых водозаборов прослеживаются на расстоянии 400—2000 м и почти не выходят за пределы участков водозаборов.

Расчетные потребности района в питьевой воде за счет подземных вод удовлетворяются в настоящее время на 21%. Положение с водоснабжением в Интинском промышленном районе будет улучшено за счет строительства дополнительных водозаборов на западе и юге месторождения. Эксплуатационные запасы подземных вод на двух разведочных участках оцениваются примерно в 15 тыс. м³/сутки (175 л/сек), но при достаточном объеме геологоразведочных работ могут быть доведены до 40—50 тыс. м³/сутки (460—580 л/сек). Утвер-

жденные в ТКЗ эксплуатационные запасы подземных вод составляют 6960 $\text{м}^3/\text{сутки}$ (80 $\text{л}/\text{сек}$).

Водоснабжение г. Печоры базируется на водах аллювиальных отложений долины р. Печоры, эксплуатируемых с помощью двух шахтных колодцев и одной скважины. Общий расход водозаборов достигает 80 $\text{л}/\text{сек}$. Понижение уровня воды в шахтных колодцах не превышает 5—8 м при среднем дебите каждого колодца, равном 25—28 $\text{л}/\text{сек}$. Улучшение водоснабжения города намечается за счет строительства дополнительных шахтных колодцев в районе существующих водозаборных сооружений. Потребности Печорского промышленного района в воде удовлетворяются в настоящее время за счет подземных вод на 42,6 %.

Водоснабжение Ухтинского промышленного района за счет подземных вод весьма ограничено. Общая производительность 42 водозаборных скважин достигает 52 $\text{л}/\text{сек}$. Скважины расположены небольшими группами или по одной в рабочих поселках промышленного района. Улучшение водоснабжения городов Ухты и Сосногорска предполагается за счет подземных вод девонских отложений, разведка которых ведется в радиусе 15—20 км от города. Перспективные эксплуатационные запасы подземных вод в районе г. Ухты оцениваются 25—30 тыс. $\text{м}^3/\text{сутки}$ (290—350 $\text{л}/\text{сек}$). ТКЗ утверждены запасы в количестве 5000 $\text{м}^3/\text{сутки}$ (58 $\text{л}/\text{сек}$).

В небольшом количестве используются воды аллювиальных отложений р. Печоры в целях водоснабжения г. Нарьян-Мара. По данным А. Ф. Горбачева, в черте города и в окружающих его поселках эксплуатируется до 10 водозаборных скважин производительностью 1,0—2,0 $\text{л}/\text{сек}$ каждая и более 20 колодцев, оборудованных в основном центробежными насосами. Производительность колодцев колеблется в пределах 0,5—1,0 $\text{л}/\text{сек}$. Дальнейшее улучшение водоснабжения г. Нарьян-Мара также предполагается за счет вод аллювиальных отложений долины р. Печоры.

В последнее время подземные воды довольно широко используются для водоснабжения сельскохозяйственных районов юга республики.

В Сыктывдинском районе эксплуатируется 40 водозаборных скважин с общим расходом 33 $\text{л}/\text{сек}$. Подземные воды из этих скважин, действующих как одиночные водозаборы, используются в целях водоснабжения населенных пунктов и животноводческих ферм. Ведутся геологоразведочные работы в целях определения возможности организации водоснабжения г. Сыктывкара за счет подземных вод. В настоящее время этот промышленный район снабжается водой из р. Сысолы, загрязненной сбросами промышленных вод различных предприятий. Эксплуатационные запасы подземных вод непосредственно в районе г. Сыктывкара по ориентировочным подсчетам составляют не менее 20 тыс. $\text{м}^3/\text{сутки}$ (230 $\text{л}/\text{сек}$).

В Троицко-Печорском районе эксплуатируется 38 скважин общей производительностью около 40 $\text{л}/\text{сек}$. Из этого числа девятью водозаборными скважинами каптируются подземные воды в целях водоснабжения населения, а остальные для технических нужд производства.

В Усть-Вымском районе эксплуатируется 10 скважин с общим расходом 7 $\text{л}/\text{сек}$. В пос. Жешарт три скважины образуют групповой водозабор небольшой производительности, которым снабжается водой фанерный завод. Остальные семь скважин эксплуатируются в различных населенных пунктах для нужд животноводства. Основной водозабор г. Микунь базируется на поверхностных водах.

В Княжпогостском районе подземные воды в количестве 14 л/сек каптируются 19 водозаборными скважинами. Тринадцать одиночных скважин предназначены для удовлетворения хозяйственно-бытовых нужд населения пос. Железнодорожного, а шесть водозаборных скважин эксплуатируются для водоснабжения животноводческих ферм в населенных пунктах района.

45 водозаборных скважин с общим расходом до 20 л/сек эксплуатируется в Усть-Куломском и Сысольском районах преимущественно для нужд животноводства. В остальных районах республики имеется несколько одиночных водозаборов подземных вод незначительной производительности.

Всего на территории Коми АССР и в г. Нарьян-Маре эксплуатируется около 260 учтенных водозаборных скважин, действующих большей частью как одиночные водозаборы. Эти водозаборы, обеспечивающие водой отдельные предприятия, животноводческие фермы, население рабочих поселков, часто не имеют требуемого оборудования и работают в большинстве случаев не на полную мощность. Централизованной системы водоснабжения, которая бы полностью удовлетворяла потребности того или иного населенного пункта в качественной воде, не имеется ни в одном из городов или поселков.

Подземные воды используются пока еще как второстепенный источник водоснабжения, которое преимущественно базируется на поверхностных водах мелких и крупных рек, часто не удовлетворяющих потребности населения и промышленности ни в качественном, ни в количественном отношении.

Эксплуатационные ресурсы рассматриваемой территории во много раз превосходят современное использование подземных вод, что свидетельствует о больших перспективах расширения существующих и организации новых групповых водозаборов. Большие возможности привлечения как источника водоснабжения высококачественных, хорошо защищенных от внешних воздействий подземных вод используются в настоящее время весьма слабо, несмотря на затруднения с водой во всех промышленных и сельскохозяйственных районах республики. Вместе с тем при условии проведения соответствующих геологоразведочных работ уже в ближайшее время можно за счет подземных вод обеспечить большую часть хозяйственно-бытового водопотребления городов Воркуты, Сыктывкара, Инты и других населенных пунктов. Целиком на подземных водах может базироваться водоснабжение городов Печоры, Ухты и Сосногорска.

В заключение необходимо подчеркнуть, что подсчет ресурсов подземных вод и их картирование имеют большое народнохозяйственное значение, так как без необходимых сведений о количестве и качестве подземных вод невозможно проектирование крупных промышленных предприятий, строительство городов и поселков. Изучение ресурсов подземных вод и их картирование необходимо не только для целей коммунального и технического водоснабжения, но и для оценки обводненности месторождений полезных ископаемых, для определения возможности использования подземных вод в бальнеологических целях, а также для выявления региональных закономерностей формирования подземных вод.

Как отмечалось выше, подсчетом ресурсов пресных подземных вод охвачено до 65% территории деятельности Ухтинского ТГУ. Недостаточная гидрологическая и гидрогеологическая изученность северной части Большеземельской тундры, Северного Тимана и Пай-Хоя не позволила дать хотя бы приближенную характеристику ресурсов подземных вод этих обширных районов, занимающих 35% территории.

Из-за весьма слабой изученности водоносности четвертичных отложений их эксплуатационные ресурсы остались в большей мере не учтенными. По имеющимся разрозненным данным эти ресурсы в районах юга республики должны быть весьма значительными. По территории отдельных районов, таких как Воркутинский, Интинский, Ухтинский, гидрогеологических материалов достаточно для составления карт эксплуатационных ресурсов более крупного масштаба. Такие карты облегчат выбор участков предварительной разведки на воду, а в ряде случаев послужат обоснованием для промышленного проектирования.

Перечисленные вопросы должны быть учтены при дальнейшем изучении ресурсов подземных вод рассматриваемого региона.

МИНЕРАЛЬНЫЕ, ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ТЕРМАЛЬНЫЕ ВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

1. МИНЕРАЛЬНЫЕ ЛЕЧЕБНЫЕ ВОДЫ

К минеральным лечебным водам, по А. М. Овчинникову (1947), относятся оказывающие на организм человека лечебное действие природные воды, обусловленное либо повышенным содержанием полезных биологически-активных компонентов в их ионном или газовом составе, либо общим ионно-солевым составом воды.

В целом степень изученности минеральных вод территории Коми АССР и Ненецкого национального округа слабая. Несколько лучше охарактеризованы минеральные воды района курорта Серегово и площадей, на которых велись разведочные работы на нефть, газ и уголь.

Рассматриваемая территория относится к провинции азотных, азотно-метановых и метановых вод, выделенных В. В. Ивановым, А. М. Овчинниковым и Л. А. Яроцким на Карте подземных минеральных вод СССР (1950 г.). В зависимости от газового состава воды в пределах описываемой территории делятся на две основные группы: азотные и метановые (азотно-метановые). Азотные воды, как правило, получают развитие в верхних частях разрезов гидрогеологических структур.

Минеральные лечебные воды Коми АССР делятся на специфические и неспецифические. К группе специфических отнесены воды, лечебная ценность которых зависит от наличия в их составе определенных содержаний того и иного биологически-активного компонента или от другого специфического свойства. Во вторую группу (неспецифических) отнесены воды с минерализацией свыше 1 г/л, особенности лечебного действия и использования которых определяются характером основного ионного состава. Среди неспецифических вод выделены две подгруппы: первая, объединяющая воды с минерализацией 1—15 г/л, и вторая, минерализация вод которой более 15 г/л. Воды с минерализацией свыше 25 г/л считаются высокоминерализованными.

Распространение рассматриваемых в настоящем разделе специфических минеральных вод показано на рис. 18.

Специфические воды

В пределах рассматриваемой территории встречены сероводородные, бромные и железистые воды.

Сероводородные воды. К этому типу относятся подземные воды различного солевого состава и любой степени минерализации с содержанием сероводорода более 0,010 г/л.

Воды с повышенным содержанием сероводорода пользуются относительно широким распространением на юге Канино-Тиманского бассейна трещинных вод, в южной части Печора-Малоземельского вала (Печорский артезианский бассейн), в районах гряды Чернышева и поднятия Чернова (Печора-Предуральский артезианский бассейн) и в прилегающей к Тиману южной части Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна.

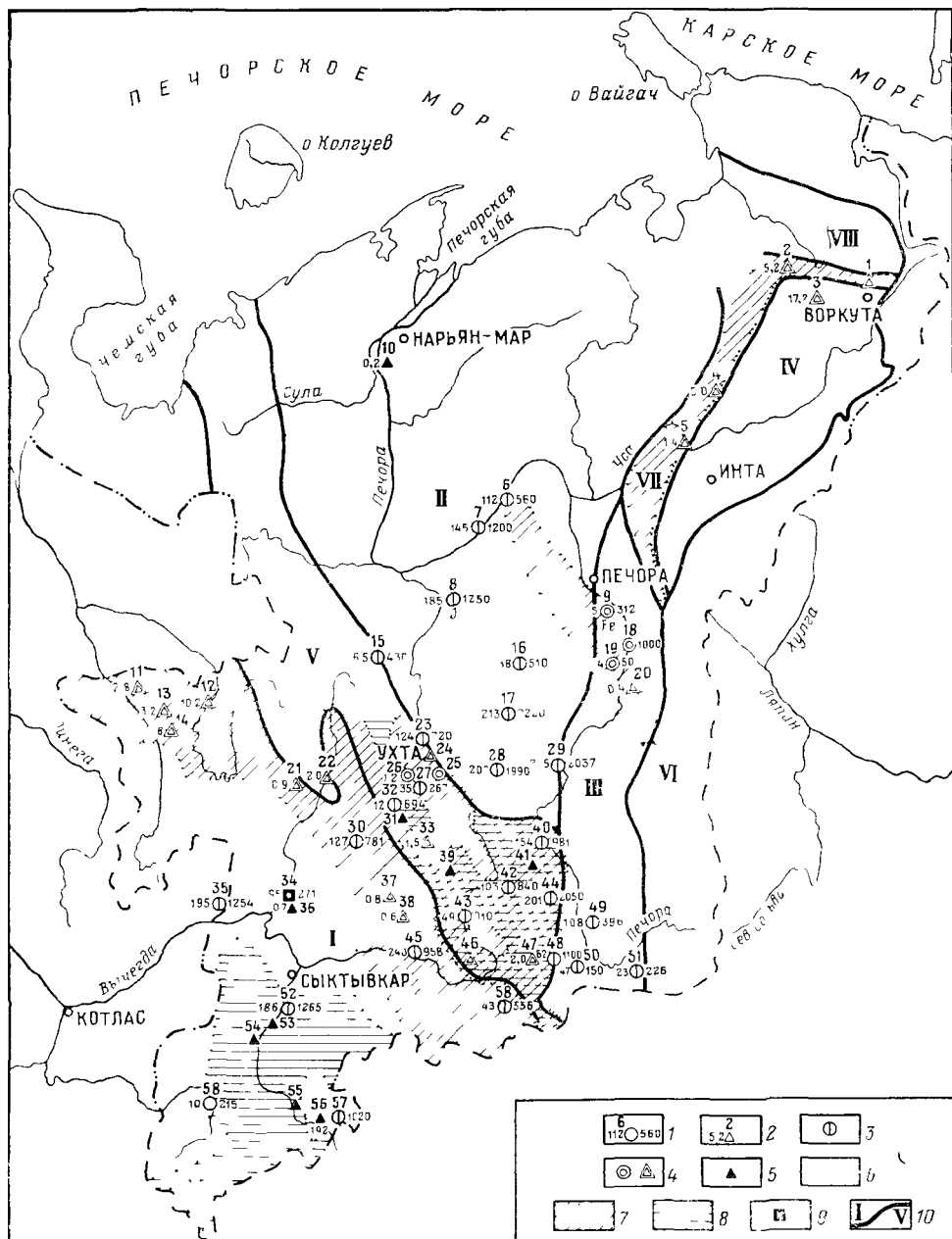


Рис. 18. Схематическая карта распространения и районирования различных типов минеральных специфических вод на территории Коми АССР и Ненецкого национального округа (составила Н. Ф. Сергеева)

I — скважина; цифра сверху — номер точки наблюдений, слева — минерализация подземных вод (г/л), справа — глубина встречи подземных вод (м), 2 — источник; цифра сверху — номер точки наблюдений, слева — минерализация (г/л). Точки наблюдений, характеризующие 3 — воды с содержанием брома, 4 — воды с содержанием сероводорода; 5 — воды с содержанием железа, дополнительный индекс у точки указывает на наличие в воде нескольких биологически-активных компонентов; 6 — границы площадей распространения различных типов вод; 7 — площади развития сероводородных вод; 8 — площади развития железистых вод. 9 — курорт Сергеево, 10 — границы между различными гидрогеологическими районами

Артезианские бассейны I — Мезенско-Вычегодский; II — Печорский, III — Печора-Предуральский, IV — Косью-Роговской
Бассейны трещинных вод V — Каннин-Тиманский; VI — Северо-Уральский, VII — гряда Чернышева; VIII — поднятие Чернова

Большой интерес представляют лечебные сероводородные воды хлоридно-натриевого, реже сложного солевого состава, выходящие в виде источников (2, 3, 5) из карбонатных отложений каменноугольного, иногда девонского возраста в пределах бассейна трещинных вод гряды Чернышева и поднятия Чернова. Содержание сероводорода в воде варьирует от 0,022 (источник 3) до 0,092 г/л (источник 5), а минерализация воды изменяется от 1,4 (источник 5) до 17,2 г/л (источник 3).

Выходы источников, по-видимому, приурочены к зонам тектонических разломов, по которым происходит разгрузка вод, сформировавшихся в условиях больших глубин. Пути движения этих вод достаточно сложные и поэтому источники не могут быть привязаны к конкретным разломам, показанным на гидрогеологической карте. По мере продвижения к дневной поверхности воды глубинного происхождения смешиваются с трещинно-карстовыми водами, меняют свой химический и газовый состав, а также становятся более низкотемпературными.

Характеристика вод этих источников следующая:

$$M_{5,2} \frac{Cl 86}{Na 67 \ Mg 18 \ Ca 15} H_2S \ 0,50 \ T \ 18,6^\circ C \text{ (источник 2),}$$

$$M_{17,2} \frac{Cl 87}{Na 74 \ Mg 17} H_2S \ 0,022 \ T \ 8,0^\circ C \text{ (источник 3),}$$

$$M_{1,4} \frac{Cl 51 \ HCO_3 14}{Na 36 \ Ca 33 \ Mg 11} H_2S \ 0,092 \ T \ 9,5^\circ C \text{ (источник 5).}$$

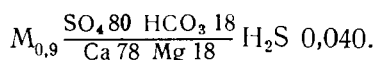
Подземные воды с несколько повышенным содержанием сероводорода развиты в южной части Печора-Малоземельского вала. На различной глубине они встречены скважинами (9, 18, 19) в отложениях перми и карбона. С осадками карбона здесь связаны выходы источников (20) пресных вод, имеющих состав $M_{0,4} \frac{HCO_3 57 \ Cl 47}{Na 45 \ Ca 18}$ с содержанием сероводорода около 0,003 г/л.

К группе сероводородных в этом районе относятся воды из скважин 9 и 19. Первой скважиной на глубине около 300 м встречены воды $M_{5,1} \frac{Cl 96}{Na 94}$; $H_2S \ 0,040$. При бурении второй скважины слабосоленоватые хлоридно-натриевые воды ($M_{1,4} \frac{Cl 77}{Na 64}$; $H_2S \ 0,014$) появились с глубины около 50 м, причем на глубине примерно 150 м содержание сероводорода в воде достигает 0,040 г/л.

С породами нижнепермского возраста на юге Канино-Тиманского бассейна трещинных вод, а также с осадками верхней перми, развитыми в восточной части Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна, связаны источники, в воде которых присутствует сероводород (11—14, 21, 22, 33, 37, 38, 46, 47). Для большинства из них, исключая источник 21, сведения о концентрации сероводорода в воде отсутствуют или же она менее 0,010 г/л. На юге Канино-Тиманского бассейна солевой состав подземных вод (источник 47) сульфатно-кальциевый; $M_{2,0} \frac{SO_4 87 \ HCO_3 12}{Ca 91}$. В Мезенско-Вычегодском бассейне, в районе верхнего течения рек Мезени и Вашки, состав вод хлоридно-сульфатно-натриевый: $M_{3,2} \frac{Cl 56 \ SO_4 36}{Na 97}$ (источник 13).

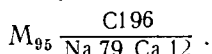
Воды сероводородных источников по степени минерализации — пресные и солоноватые ($M=0,6—10,2$ г/л). В пределах южной части Канино-Тиманского бассейна, где сероводородные воды являются, как правило, слабокислыми ($pH=5,5—6,8$), их лечебная ценность повы-

шается. Из рассмотренной группы только воды источника 21, выходящего из отложений перми на склоне долины среднего течения р. Елвы (притока р. Выми), можно уверенно отнести к лечебным. Состав воды источника следующий:



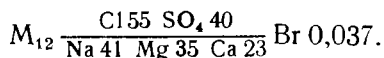
Сероводородные воды хлоридно-натриевого состава, представляющие, по-видимому, большой интерес для бальнеологических целей, встречены в районе г. Ухты, где они приурочены к отложениям девонского возраста (скв. 24, 26). Содержание сероводорода в воде источника 24 достигает 0,026 г/л. В скв. 26 на глубине около 40 м были встречены солоноватые воды ($M_{2,5} \frac{Cl 177}{Na 83}$) с содержанием сероводорода 0,027 г/л. В составе воды отмечается присутствие брома, радона, радия. Растворенные в воде газы содержат азот (47,5%), метан и некоторое количество инертных. Скважина фонтанирует с расходом 5—6 л/сек. Другая расположенная рядом скважина начала фонтанировать с глубины 165 м. Из скважины поступает слабосоленоватая хлоридно-натриевая вода ($M_{1,2} \frac{Cl 99}{Na 78}$) с содержанием сероводорода до 0,100 г/л.

Для лечебных целей значительный интерес представляют содержащие сероводород рассолы, известные в районе Сереговской солянокупольной структуры (Мезенско-Вычегодский бассейн), где скв. 34 на глубине около 270 м встречены рассолы с содержанием сероводорода до 0,037 г/л. Состав воды следующий:



В растворенных газах преобладает азот. Воды с содержанием сероводорода до 0,023 г/л используются как лечебные курортом «Серегово», расположенным на юге территории Коми АССР.

Бромные воды. К специфическим бромным относятся воды различного солевого состава с содержанием брома более 0,025 г/л и общей минерализацией не свыше 15 г/л, пригодные для внутреннего приема без разбавления. Такие воды встречены лишь в Ухтинском районе скв. 32 на глубине около 700 м, где они связаны с девонскими отложениями. Солевой состав воды следующий:



Бромные воды с минерализацией более 15 г/л рассматриваются в группе неспецифических вод.

Железистые воды. К этому типу отнесены подземные воды различного солевого состава, имеющие минерализацию до 1,0 г/л и содержащие железо в количестве не менее 0,020 г/л.

В пределах рассматриваемой территории железистые воды изучены слабо. Содержание железа количественно определено лишь для воды из источника 10 и скв. 9. Во всех остальных точках наблюдений (источники 31, 39, 41, 53, 54, 55, 56) подземные воды отнесены к железистым по ряду косвенных признаков.

Выход железистых вод на севере Печорского артезианского бассейна (источник 10) приурочен к охристым пескам триасового возраста. Вода пресная, гидрокарбонатно-кальциевого состава: $M_{0,2} \frac{HCO_3 85}{Ca 65}$, с содержанием железа 0,022 г/л. Значительное содержание железа

(0,017 г/л) установлено в сероводородных водах скв. 9 в районе Печора-Малоземельского вала.

В пределах Мезенско-Вычегодского бассейна железистые воды приурочены к отложениям четвертичного и юрского возраста. У выходов подземных вод (источники 53, 54, 55, 56) наблюдаются железистые налеты. Источники (31, 39, 41) железистых вод встречены также на юге Канино-Тиманского бассейна, где они приурочены к отложениям нижнй перми и карбона. О солевом составе подземных вод сведений нет.

Большое содержание железа иногда характерно для грунтовых вод озерных и аллювиальных отложений.

Неспецифические воды

К группе неспецифических относятся воды, лечебное значение которых определяется только основным ионным составом и степенью минерализации. Лечебными, при отсутствии других признаков, позволяющих относить подземные воды к группе специфических, считаются воды с минерализацией более 1 г/л.

С бальнеологической точки зрения неспецифические воды по степени минерализации делятся на две группы: воды малой и средней минерализации ($M=1-15$ г/л) и высокоминерализованные и рассольные воды ($M>15$ г/л).

Воды малой и средней минерализации, которые можно использовать без разбавления как питьевые, распространены в пределах рассматриваемого региона повсеместно и практически могут быть встречены скважинами в любой точке территории, как правило, только в отложениях дочетвертичного возраста. Эти воды, в зависимости от гидрогеологической обстановки, могут появляться на различных глубинах (табл. 15).

Таблица 15

Глубина появления солоноватых вод в различных гидрогеологических районах

№ п/п	Водовмещающие толщи	Гидрогеологические районы	Глубина появления солоноватых вод, м
1	Нижний мел, верхняя и средняя юра	Печорский артезианский бассейн	100—500
2	Верхний мел, триас и пермь	Печора-Предуральский артезианский бассейн	100—250
3	Триас и верхняя пермь	Печорская система артезианских бассейнов Мезенско-Вычегодский артезианский бассейн	100—200 50—200
4	Нижняя пермь и карбон	Канино-Тиманский бассейн трещинных вод	100—300
5	Карбон, девон и силур	Северо-Уральский бассейн трещинных вод	Не менее 100—250
6	Девон	Печорский артезианский бассейн Канино-Тиманский бассейн трещинных вод	200—250 50—100 до 150—200
7	Протерозой	То же	50—100 до 200—300

По ионному составу среди мало-, средне- и высокоминерализованных вод преобладают хлоридно-натриевые, причем в высокоминерализованных отмечается повышенное содержание хлорида кальция. Как исключение встречаются воды сульфатно-кальциево-натриевого состава, которые в пределах Канино-Тиманского бассейна приурочены к отложениям нижней перми, карбона и девона. В верхнепермских отложениях, развитых на площади Мезенско-Вычегодского бассейна, наряду с хлоридно-натриевыми встречаются сульфатно-натриевые воды. Газовый состав высокоминерализованных вод обычно азотный.

Рассольные воды с минерализацией свыше 25 г/л чаще всего встречаются на глубинах от 200 до 600 м и ниже. Они имеют относительно однородный хлоридно-натриевый состав. На глубинах свыше 1000—1500 м солевой состав крепких рассолов обычно хлоридно-кальциево-натриевый. Газовый состав рассольных вод преимущественно азотно-метановый. Рассолы, как правило, имеют температуру выше 20°С и обычно содержат повышенное количество брома, реже йода. При соответствующем разбавлении в ряде случаев эти воды могут рассматриваться как лечебные специфические бромные. Распространение таких вод по площади в общих чертах совпадает с контурами развития промышленных бромных вод, которые подробно рассматриваются в следующем разделе настоящей главы.

Рассолы хлоридно-натриевого состава, имеющие минерализацию 112 г/л и встреченные на относительно небольшой глубине (560 м) в пределах Мутноматериковой структуры (скв 6), содержат йод в количестве 0,038 г/л. При разбавлении эти воды могут считаться специфическими йодными.

Использование минеральных вод в лечебных целях крайне слабое. Единственный действующий в Коми АССР курорт «Серегово» возник в 1921 г. на базе рассолов, эксплуатировавшихся для выварки соли. Пропускная способность курорта небольшая.

Водозабор минеральных вод осуществляется из двух скважин: «Октябрьская» и «Ключик». Скважина «Октябрьская» на глубине 44 м вскрыла рассолы ($M=79$ г/л) с дебитом до 2 л/сек. Из биологически-активных компонентов в воде присутствуют бром, йод, сероводород, барий, калий, стронций и др. Радиоактивность повышенная. Химический состав воды следующий: $M_{79} \frac{Cl^{185}}{Na^{76}} H_2S$ 0,023, Br 0,141, J 0,002, Sr 0,002. Вода из скважин употребляется в основном для ванн, а при разбавлении — для питья.

Из скважины «Ключик» с глубины 170 м получают хлоридно-натриевые воды с минерализацией 1,8 г/л с содержанием брома 0,002 г/л. Состав воды: $M_2 \frac{Cl^{162}}{Na^{74}}$. Вода скважины употребляется только для питья.

На юге Мезенско-Вычегодского бассейна, в районе с. Объячево, из отложений верхней перми скв. 58 с глубины 215 м была получена минеральная вода хлоридно-натриевого состава с минерализацией 10,4 г/л. Солевой состав $M_{10,4} \frac{Cl^{193}}{Na^{90}}$. В ней содержатся биологически-активные микроэлементы — бром до 0,023 г/л, йод до 0,002 г/л. Расчетная производительность скважины 60 м³/сутки при понижении уровня на 35 м. Согласно заключению Центрального института курортологии и физиотерапии, эта вода может быть использована для ванн и как лечебно-питьевая.

Приведем данные по некоторым неиспользуемым источникам минеральных вод, заслуживающие, на наш взгляд, серьезного внимания.

Воркутские источники (1) расположены вблизи г. Воркуты. Впервые они описаны Г. А. Черновым (1945). В настоящее время эти источники находятся в зоне подтопления, созданного водохранилищем Воркутинский ТЭЦ, и являются субаквальными.

Источник, выходящий у уреза воды в реке, был обследован в 1962 г. минераловодческой партией СЗГУ под началом Е. В. Ртищевой. Ориентировочный дебит источника 10—15 л/сек. Температура воды +6,6° С, минерализация около 0,7 г/л. Состав воды хлоридно-сульфатно-натриево-кальциевый. Среди микроэлементов присутствует бром в количестве 0,002 г/л; спектральным анализом обнаружено присутствие калия, меди, стронция, бария, алюминия и железа.

Состав растворенных в воде газов — азотный. Присутствуют сероводород, содержание которого достигает 0,022 г/л, и углекислота в количестве 0,324 г/л. Отмечено повышенное содержание гелия, радия ($5 \cdot 10^{-11}$ г/л) и радона (0,6—0,7 МЕ). Существует мнение, что минеральные воды у места выхода уже разбавлены водами реки. Однако это обстоятельство не уменьшает ценности источника для бальнеологических целей ввиду наличия сероводорода, углекислоты и других микроэлементов.

Теплые источники «Пымва-Шор» (4), что в переводе обозначает «ручей горячей воды», давно известны местному населению и в прошлом широко использовались для лечебных целей. Архимандрит Вениамин (1849), впервые описавший выходы источников с достаточной для своего времени детальностью, отмечает: «Сия теплая вода имеет следующие свойства: а) она очень чиста, прозрачна и мягка, б) вкус ее солоно-кисловатый и запах серо-селитряный, в) степень теплоты ее немного ниже той, какую имеет горячая вода, д) протекая по камешкам, ниже ключей, оставляет на них красную ржавчину». И далее: «Большеземельские самоеды, будучи одержимы болезнью (чесоткою и струпьями), приезжают к ключам теплой минеральной воды серо-селитряного состава при речке Полой, так названной потому, что она не замерзает через всю зиму. Больные заструпленные самоеды этой водой омываясь, скоро и легко очищаются, даже зимой в сей речке купаются, что также способствует их выздоровлению».

Позднее пымвашорские источники описывались А. В. Журавским (1906), Н. А. Куликом (1909), А. А. Черновым (1932) и другими исследователями. По данным этих авторов и наблюдениям Е. В. Ртищевой, К. К. Воллосович, Б. И. Ермакова и Б. М. Зимакова, выходы теплых вод в долине нижнего течения р. Пымва-Шор приурочены к полосе развития нижекаменноугольных известняков. Они образуют группу из восьми источников с температурой от 18 до 28° С. Температура пресных карстовых вод в этом же районе обычно не выше 2—3° С. Большинство источников выходят невысоко над урезом воды и частично под водой и только один расположен на скалистом левом берегу на высоте около 20 м. Деятельность этого источника в 1955 г. прекратилась, но потом снова возобновилась. Около него заметны следы другого исчезнувшего источника и отложения крепкого известкового туфа мощностью до 3 м. Источник на отмени правого берега и субаквальные источники на дне реки газируют.

Суммарный дебит теплых источников Е. В. Ртищева оценивает в 25—30 л/сек. Минерализация воды, обусловленная повышенным содержанием натрия и хлора ($\frac{\text{Cl}83}{\text{Na}73 \text{ Ca}18}$), составляет 2,0—2,3 г/л. В воде содержатся: бром 3,6 мг/л, стронций 0,068 мг/л, алюминий 0,07 мг/л и следы бария. Отмечается повышенное содержание радия —

$3 \cdot 10^{-11}$ г/л и радона 2,1—2,3 МЕ. В составе спонтанных газов преобладает азот, отмечено присутствие сероводорода.

В источнике, расположенном высоко над рекой, К. К. Воллосович наблюдал выделения белых слизеподобных нитей, которые при нагревании издавали характерный запах горячей серы. Полуколичественный спектральный анализ этого осадка, несколько загрязненного механическими примесями, показал, что, кроме кальция, магния, серы и алюминия, в нем присутствуют ванадий, хром, марганец, никель, медь, цинк, цирконий, барий, лантан и стронций в сотых и тысячных долях процента, а титан и железо — в десятых.

Свободно выделяющиеся газы более чем на 99% состоят из азота. Растворенные в воде газы содержат до 13% CO_2 и от 14 до 25% O_2 , что указывает на разбавление вод источников трещинно-карстовыми водами. Газ из подводного источника, анализировавшийся В. М. Ермаковым в лаборатории Московского геологоразведочного института, содержал азота 99,3%, аргона 0,664% и около 0,018% гелия. Отношение аргона к азоту составляет $0,67 \cdot 10^{-2}$.

На основании этих данных и состава микрокомпонентов в сернистом осадке воды, где присутствует ряд элементов, характерных для эманаций основной магмы, К. К. Воллосович высказывает предположение о генетической связи пымвашорских термальных источников с постмагматической деятельностью кайнозойской интрузии основного состава. Большинство других авторов, вслед за А. А. Черновым (1932) считают, что здесь имеет место подъем по тектоническому разлому минерализованных и высокотемпературных пластовых вод из девонских или более древних отложений. Независимо от происхождения теплых вод, несомненно, что они значительно разбавлены карстовыми водами и на глубине должны иметь более высокую температуру.

Воду пымвашорских источников следует рассматривать как весьма ценную для лечебных целей, которая издавна считается оленеводами исцеляющим средством от желудочных, грудных, глазных и легочных болезней, являясь как бы универсальной лечебной водой.

Источники Иска-Шор (5), что в переводе означает «вонючий ручей», или Адакские, также давно известны местным жителям. В отличие от пымвашорских они пользуются дурной славой вследствие того, что олени, которые охотно пьют эту воду, зачастую после этого погибают. Эти источники в количестве пяти выходят на дневную поверхность в долине ручья Иска-Шор, притока р. Усы. С достаточной детальностью они описаны в 1952 г. Е. В. Ртищевой. Наиболее крупный родник имеет расход около 20 л/сек. Суммарный дебит источников значительный, так как, сливаясь, они образуют ручей шириной около 2 м и глубиной до 0,1 м. Температура воды источников в месте их выхода достигает 10°C . Минерализация воды небольшая — 1,3—1,5 г/л. Ее состав хлоридно-сульфатный натриево-кальциевый. Содержание сероводорода достигает 0,087—0,092 г/л. В воде содержится бром в количестве 0,001 г/л. Спектральным анализом в сухом остатке воды определены медь, стронций, алюминий и титан. В составе растворенных газов преобладает азот, содержание гелия небольшое, радия $3 \cdot 10^{-11}$ г/л, радона 2—3 МЕ. По составу эти воды напоминают арчманские (Туркмения).

В настоящее время наиболее перспективными с точки зрения использования минеральных вод в лечебных целях являются воды Воркутского сероводородного источника вследствие близости его от г. Воркуты. Однако в связи с трудностью его каптажа этот вопрос может быть решен только после производства специальных геологоразведочных работ.

Бальнеологически-активными являются воды пымвашорских и искашорских источников.

Кроме перечисленных, в лечебных целях могут быть использованы следующие воды:

а) сероводородные сульфатно-кальциевые, хлоридно-сульфатные и хлоридно-натриевые, получающие развитие на юге Канино-Тиманского бассейна трещинных вод и на востоке Мезенско-Вычегодского бассейна;

б) сероводородные гидрокарбонатно-кальциевые, пользующиеся распространением в южной части структуры Печора-Малоземельского вала (скв. 9, 18, 19);

в) бромные хлоридно-натриевого состава, которые могут быть встречены почти повсеместно, но на относительно большой глубине. Особого внимания заслуживают бромные рассолы, приуроченные к галогенным породам нижней перми в юго-восточной части территории Коми АССР (Верхне-Печорский соленосный бассейн), где они могут залегать на глубине 100—150 м;

г) сероводородные сложного солевого состава, встреченные в ухтинском районе (скв. 26).

Приведенные сведения свидетельствуют о том, что описанная территория располагает большими бальнеологическими ресурсами, хотя изученность последних крайне низкая. Целебные свойства минеральных вод требуют дальнейшего и более глубокого исследования. Однако до последнего времени эта проблема находится вне поля зрения заинтересованных учреждений, которыми в первую очередь являются органы здравоохранения.

2. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВОДЫ

Промышленными считаются воды, обогащенные полезными компонентами в количествах, которые обеспечивают целесообразность их извлечения. Главнейшими элементами, представляющими интерес для химической промышленности, являются бром, йод, литий и калий. Кроме того, промышленными считаются концентрированные магниевые, кальциевые и натриевые рассолы с общим содержанием солей более 50 г/л.

В пределах описываемого региона промышленные воды почти не подвергались специальным исследованиям. При настоящей степени изученности этих вод можно говорить лишь о наличии в границах региона хлоридно-натриевых рассолов, бромных и йодо-бромных вод, а также о вскрытии отдельными скважинами подземных вод, обогащенных калием, литием и другими микроэлементами.

Рассолы

В пределах рассматриваемой территории широко распространены рассолы хлоридно-натриевого и хлоридно-натриево-кальциевого состава с минерализацией до 150—200 г/л и более. Высокоминерализованные подземные воды связаны только с отложениями дочетвертичного возраста.

Для Северо-Уральского и Пайхойского бассейнов трещинных вод сведения о высокоминерализованных подземных водах ограничиваются данными о рассолах Амдерминского района, кратко охарактеризованных при описании Пайхойского бассейна. Эти рассолы, по-видимому, имеют локальное распространение в прибрежной зоне и, по мнению В. М. Пономарева (1937), генетически связаны с морскими водами.

Для Канино-Тиманского бассейна трещинных вод имеющиеся сведения о рассолах относятся к его южной части (см. гидрогеологическую

карту дочетвертичных отложений, прил. 2) Вследствие разнообразия структурных условий и различной степени гидрогеологической раскрытости разреза данные о глубинах залегания рассольных вод отличаются большой пестротой. В нижнепермско-каменноугольном водоносном комплексе, обычно промытом на значительную глубину, рассолы появляются на отметках минус 750 м (скв. 502). На отметках минус 900 м (скв. 503) могут быть встречены хлоридно-натриево-кальциевые крепкие рассолы, минерализация которых превышает 100 г/л. В отложениях девона рассолы появляются на отметках минус 250—400 м (скв. 470, 477). В метаморфических породах протерозойского возраста хлоридно-натриевые рассолы отмечены на отметках от минус 50 (скв. 459) до минус 300 м (скв. 460); на отметках около 600 м (скв. 489) они сменяются крепкими хлоридно-натриево-кальциевыми рассолами с минерализацией более 100 г/л.

Рассолы девонских и протерозойских отложений Южного Тимана, кроме хлоридно-натриевых солей, часто содержат более редкие полезные компоненты. Подробнее они рассмотрены при описании других промышленных вод.

В пределах Печорской системы артезианских бассейнов хлоридно-натриевые рассолы появляются на отметках минус 300—500 м в отложениях пермского возраста. Особый интерес представляет район Верхне-Печорского соленосного бассейна (Верхне-Печорский артезианский бассейн), где галогенные породы нижней перми содержат калийно-магниевые и натриевые соли. Хлоридно-натриевые крепкие рассолы, обогащенные калием и магнием, с минерализацией 110—240 г/л в этом районе могут быть выведены на поверхность с относительно небольших глубин — 250—450 м.

На территории Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна промышленные воды появляются в интервале отметок минус 200—400 м и ниже и могут быть встречены по всему разрезу вплоть до кристаллического фундамента.

В районе Сереговской солянокупольной структуры хлоридно-натриевые рассолы с минерализацией 95 г/л встречены скважинами с глубины 270 м. В районе верхнего течения рек Мезени и Вашки на глубине 400—450 м появляются обогащенные сульфатами крепкие хлоридно-натриевые рассолы, приуроченные к отложениям нижней перми. В бассейнах верхнего течения упомянутых рек отмечены выходы источников солоноватых хлоридно-сульфатных натриевых вод с высоким содержанием сернокислых солей. Поэтому не исключена возможность встречи в этом районе сульфатно-натриевых рассолов, перспективных для добычи сернокислого натрия.

Бромные и йодо-бромные воды

Согласно нормативным требованиям, к промышленным относятся подземные воды с содержанием брома более 0,25 г/л или йода 0,018 г/л. При совместной добыче из подземных вод брома и йода их содержания соответственно должны быть не менее 0,20 и 0,010 г/л. На технологию извлечения из подземных вод брома и йода отрицательно сказываются повышенные содержания нафтеновых кислот и примесей нефти, максимально допустимые значения которых определяются ориентировочно в количестве соответственно 0,60 и 0,040 г/л. Верхняя граница щелочности для вод с температурой ниже 35° С определена в 30 мг·экв, а для более высокотемпературных — 90 мг·экв. Считается целесообразным эксплуатировать промышленные воды сроком не менее 25—30 лет из пробуренных на глубину 2000—4000 м скважин, расходы которых при

понижениях уровней на 200—600 м должны быть не менее 250—500 м³/сутки. При комплексном использовании сырья, а также при наличии благоприятных факторов, определяющих рентабельность извлечения брома и йода из подземных вод, требования кондиций к йодо-бромным водам могут быть снижены.

Специальные работы по оценке подземных вод как галургического сырья не проводились, и все заслуживающие внимания сведения о наличии брома и йода получены главным образом в результате поисковых и разведочных работ на нефть и газ.

Для характеристики площадного распространения и глубин появления рассолов с промышленными содержаниями брома и йода использованы данные по 45 скважинам, большая часть которых сосредоточена на юге региона (рис. 19).

В пределах Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна хлоридно-натриевые воды с содержанием брома до 0,011—0,017 г/л встречаются в отложениях пермского возраста, залегающих на глубине 300—320 м (скв. 31, 43). Высокая концентрация брома характерна для подземных вод Сереговской солянокупольной структуры, где в интервале глубин 270—310 м (скв. 34) хлоридно-натриевые рассолы ($M=95$ г/л) содержат бром до 0,195 г/л.

В отложениях каменноугольного возраста подземные воды с содержанием брома свыше 0,40 г/л появляются с глубины около 800 м (скв. 28, 38), а на глубине 1000—1250 м оно увеличивается до 0,55—0,69 г/л (скв. 36, 43, 45). Наиболее обогащенные бромом рассолы ($M=226$ г/л) встречены в разрезе Сысольской скважины (43), где его содержание на глубине 1300 м достигает 1,08 г/л.

В подземных водах, приуроченных к отложениям девонского возраста и более древним образованиям, концентрация брома в рассолах ($M=142—250$ г/л) в интервале глубин 1370—2560 м колеблется в пределах 0,53—0,68 г/л (скв. 38, 45), т. е. примерно равна количеству этого элемента в подземных водах каменноугольных отложений.

В пределах Канино-Тиманского бассейна трещинных вод бромные воды встречены ограниченным числом скважин (22, 23, 26, 27, 29, 32, 35) только на юге этого гидрогеологического района. Хлоридно-натриевые воды с содержанием брома менее 0,25 г/л появляются в разрезе девонских отложений на глубине 300—400 м (скв. 22, 23), а в кембрийских — на глубине 650 м (скв. 26). Воды с промышленными концентрациями брома (0,31—0,46 г/л) приурочены к каменноугольным и кембрийско-протерозойским осадкам, залегающим на глубинах 800—1000 м (скв. 32, 35). Хлоридно-натриевые рассолы с содержаниями брома свыше 0,60 г/л могут быть извлечены из отложений девонского возраста с глубины более 1000 м. Здесь максимальными концентрациями брома, достигающими 0,81 и 0,93 г/л, характеризуются подземные воды, залегающие соответственно на глубинах 1480 (скв. 35) и 1810 м (скв. 27).

Промышленные воды на площади Печорской системы артезианских бассейнов, за исключением ее южной части, изучены слабо.

В северной и центральной частях этого крупного гидрогеологического района наличие рассолов с содержанием брома и йода отмечено только в нескольких точках (скв. 1—7). Здесь хлоридно-натриевые рассолы с некондиционным содержанием брома известны в отложениях пермского, каменноугольного и девонского возраста до глубины 1200—1300 м (скв. 3, 4, 6), а возможно, и глубже (скв. 1, 7). Исключением является район Мутноматериковой структуры (скв. 2), где воды девонских отложений на глубине около 600 м содержат бром в количестве более 0,25 г/л. Надо полагать, что рассолы с кондиционными содержаниями брома могут быть встречены в палеозойских отложениях

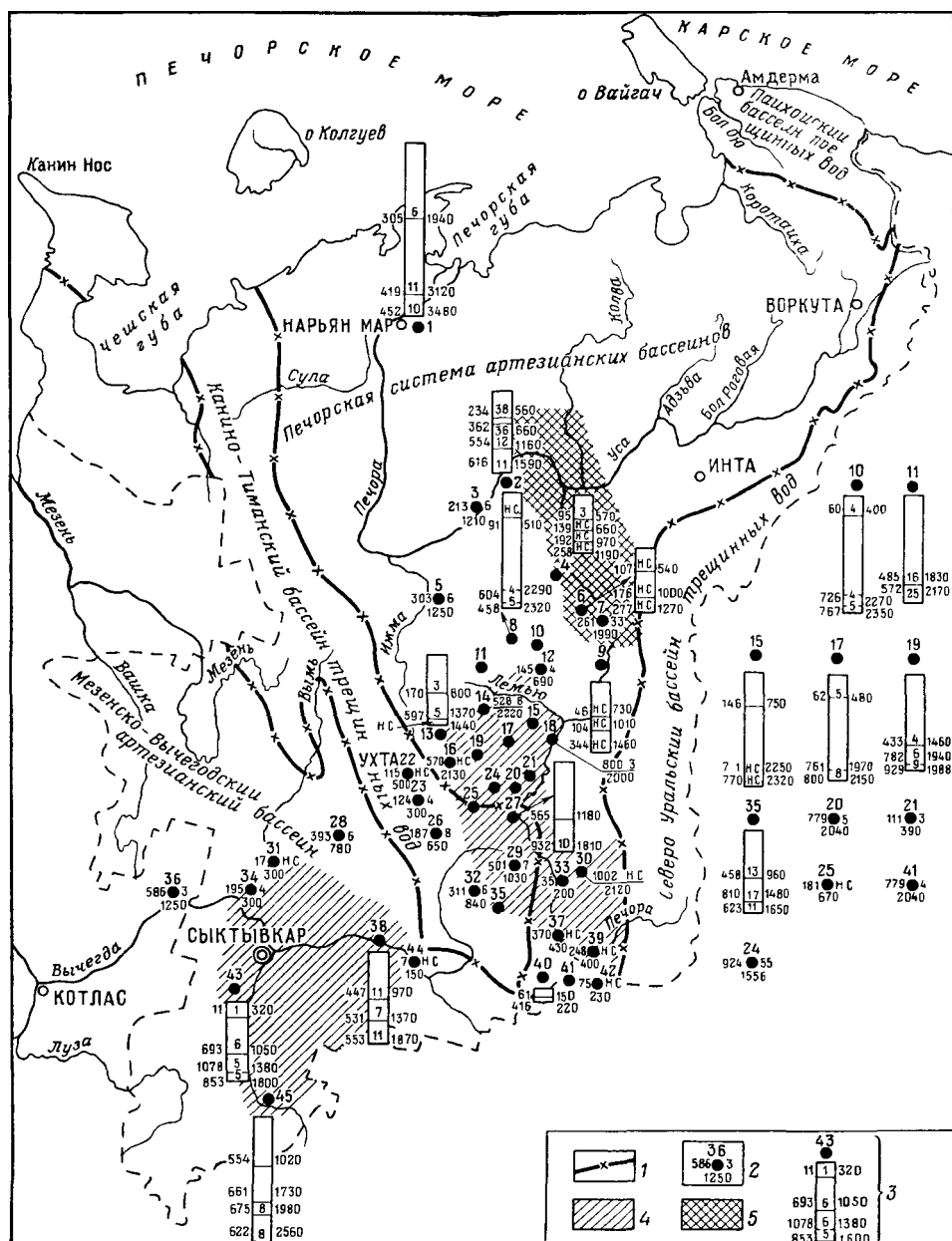


Рис 19 Схематическая карта распространения бром йодных вод Коми АССР и Ненецкого национального округа (составил Ю Ф Мячин)

1 — граница между гидрогеологическими бассейнами 2 — точка опробования (скважина) цифры у скважины вверху — ее номер слева — содержание брома (мг/л) справа — содержание йода (мг/л) внизу — глубина опробования (м), 3 — колонка скважины, цифры у колонки слева — содержание брома (мг/л) внутри — содержание йода (мг/л) справа — глубина опробования (м) 4 — рекомендуемые площадки под разведку на бромные воды 5 — то же на йод бромные воды (н с — здесь и далее — нет сведений)

центральной части этого гидрогеологического бассейна с глубины порядка 1200 м (скв. 4, 5, 6).

Относительно большое число скважин (8, 9—21, 24, 25), в процессе бурения которых производились количественные определения в подземных водах брома и йода, сосредоточено в нефтегазопромысловом районе южной части Печорской системы артезианских бассейнов. Здесь подземные воды в отложениях пермского, каменноугольного и девонского возраста в интервале глубин 400—800 м содержат бром в количествах менее 0,25 г/л (скв. 8, 10, 12, 13, 15, 17, 21, 25). Хлоридно-натриевые рассолы с промышленным содержанием брома (0,43—0,93 г/л) встречены преимущественно в разрезе девонских отложений на глубинах от 1500 до 2300 м (скв. 8, 10, 11, 13—15, 17, 19, 20, 24).

На крайнем юге Печорской системы артезианских бассейнов подземные воды с повышенными концентрациями брома встречены весьма ограниченным числом скважин (30, 33, 37, 39, 40, 41, 42). По данным опробования двух скважин (33, 40), подземные воды, приуроченные к разрезу верхнепермских осадков, уже на сравнительно небольшой глубине (до 200 м) характеризуются относительно высокими содержаниями брома, равными 0,035—0,061 г/л. Наиболее обогащенные бромом рассолы вмещают отложения нижней перми на площади Верхне-Печорского соленосного бассейна (скв. 37, 39, 40), где на глубинах от 220 до 430 м подземные воды содержат бром в количествах 0,25—0,42 г/л. Высоким содержанием брома (0,78—1,0 г/л) характеризуются подземные воды, приуроченные к девонским отложениям, и встреченные двумя скважинами (30, 41) на глубине около 2000 м.

Имеющиеся данные о химическом составе подземных вод, обогащенных бромом, свидетельствуют о значительных колебаниях содержания этого микрокомпонента по площади и по мере возрастания глубин. На данной стадии изученности можно наметить определенную гидрохимическую зональность в распределении брома в зависимости от ряда факторов. Промышленные концентрации брома (т. е. содержания более 0,25 г/л), как правило, характерны для рассолов хлоридно-натриево-кальциевого типа с минерализацией свыше 100 г/л.

Из графика зависимости содержания брома от степени минерализации подземных вод (рис. 20) видно, что содержание брома в соленых водах ($M=10-50$ г/л) не превышает 0,10 г/л, в слаборассольных ($M=50-100$ г/л) — увеличивается до 0,15—0,20 г/л, а в рассолах с минерализацией свыше 150 г/л может достигать 0,30—0,40 г/л и более.

В рассолах с минерализацией более 150 г/л прямой зависимости между содержанием брома и степенью их минерализации уже не наблюдается. При одной и той же минерализации подземных вод содержание в них брома может изменяться в пределах 0,3—0,9 г/л. Объясняется это тем, что содержание брома уже зависит от степени метаморфизации рассолов, показателем роста которой является увеличение содержания в воде хлоридов кальция. Так, максимальные содержания брома, около 1,08 г/л, характерны для хлоридно-натриево-кальциевых рассолов, в составе которых содержание кальция достигает 43% мг·экв (скв. 43).

Концентрация брома в рассолах в значительной степени определяется вещественным составом водовмещающих эти рассолы пород. Например, наличием в составе пород галогенных образований объясняется наблюдаемое в районе Сереговской солянокупольной структуры (Мезенско-Вычегодский артезианский бассейн) и на площади Верхне-Печорского соленосного бассейна (Печоро-Предуральский артезианский бассейн) аномальное увеличение содержаний брома в подземных водах до 0,20 (скв. 34) и 0,42% (скв. 40) на глубинах лишь 200—400 м.

Относительное обогащение водовмещающих пород органическим веществом, что особенно характерно для девонских отложений, также способствует повышению содержаний брома в приуроченных к ним под-

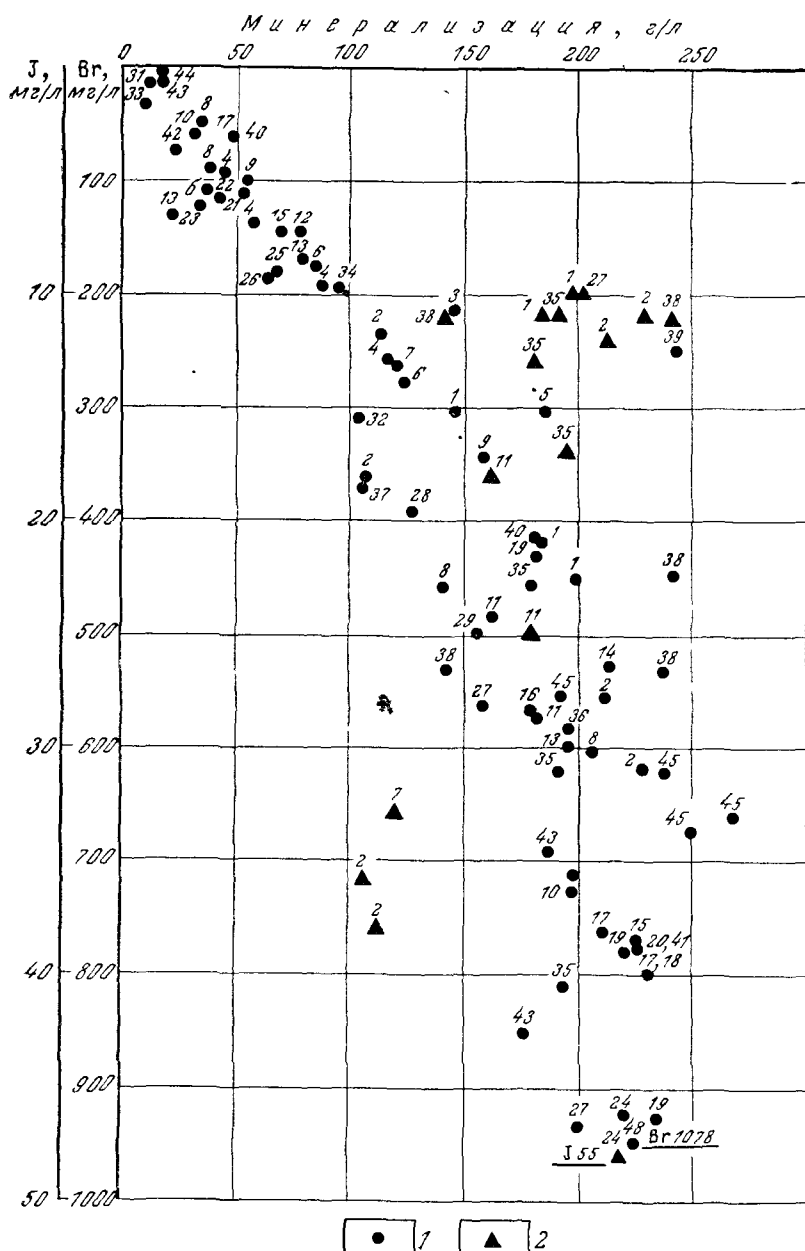


Рис. 20. Графики изменения содержания брома и йода в зависимости от степени минерализации вод

Точки опробования и их номера 1 — бром, 2 — йод

земных водах. В подстилающих девон палеозойских и протерозойских отложениях, бедных органическим веществом, обычно наблюдается резкое снижение концентраций брома. Так, в подземных водах, вскрытых Сысольской скважиной (43), в известняках карбона на глубине 1300 м

содержание брома достигает 1,08 г/л, а в кембрийских (?) терригенных осадках, залегающих на глубине 1500 м, уменьшается до 0,85 г/л. Аналогичная картина наблюдается на крайнем юге Печорской системы артезианских бассейнов в разрезе Северо-Мылвинской нефтегазоносной структуры (скв. 35), где количество брома в рассолах из девонских отложений на глубине 1480 м достигает 0,81 г/л, тогда как в водах силурийских и более древних осадочных отложений на глубине 1650 м оно определяется в 0,62 г/л.

Высокие концентрации йода в подземных водах приурочены, как правило, к районам нефтяных или газовых месторождений, что обусловлено его связью с органическим веществом. Закономерности между содержанием йода в подземных водах и степенью их минерализации не наблюдается.

Обычно рассолы, для которых характерны высокие концентрации брома, содержат йод в количествах 0,010—0,17 г/л. Лишь в отдельных точках Печорской системы артезианских бассейнов (скв. 1, 2, 7) обращает на себя внимание относительно высокое содержание в подземных водах йода, которое является промышленным как для совместного извлечения его с бромом, так и для извлечения только йода. В разрезе Мутноматериковой структуры (скв. 2) подземные воды девонских отложений на глубинах 550 и 660 м содержат йод в количестве 0,038 и 0,036 г/л, а бром — 0,23 и 0,36 г/л. Содержание йода и брома в подземных водах каменноугольных отложений, вскрытых Аранецкой скважиной (7) на глубине около 2000 м, соответственно равно 0,033 и 0,26 г/л. Содержание йода в количествах 0,010—0,012 г/л характерно для промышленных бромных вод (Br 0,45—0,62 г/л), приуроченных к отложениям девонского возраста в районе Мутноматериковой структуры (скв. 2) на глубине 1100—1200 м и Нарьянмарской (скв. 1) — на глубине около 3000 м.

В южной части Печорской системы артезианских бассейнов бромные рассолы также иногда являются промышленными и по содержанию йода. Так, по данным анализов подземных вод из двух скважин (11, 24), рассолы на глубине свыше 1500 м содержат йод в количестве соответственно 0,018 и 0,055 г/л.

Подземные воды с повышенным содержанием калия

Практический интерес для возможного использования химической промышленностью представляют подземные воды с содержанием калия более 0,35. Сведения о содержании в подземных водах калия, лития и других элементов весьма ограничены.

Содержание калия в крепких рассолах достигает значительных величин. В рассолах Сереговской солянокупольной структуры его содержание определяется в 5,8 г/л. Рассолы, приуроченные к нефтегазоносным структурам, также содержат повышенное количество калия, концентрация которого достигает 1 г/л и более.

В Верхне-Ижемском районе содержание калия в подземных водах составляет 0,50—1,1 г/л. Рассолы, встреченные скважинами на побережье моря (район Нарьян-Мара и Амдермы), содержат калий до 1 г/л.

Оценка перспектив

Приведенные данные позволяют считать, что территория рассматриваемого региона богата гидроминеральным сырьем для галургической промышленности.

Рассолы, представляющие практический интерес для извлечения различных солей, могут быть получены почти в любой точке территории. Очень часто они обогащены микроэлементами, в основном бромом или йодом, которые могут извлекаться из подземных вод в комплексе с другими солями — хлористым натрием и хлористым кальцием.

Наиболее перспективными в отношении промышленного извлечения из подземных вод различных солей является в первую очередь юг Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна, где из отложений допермского возраста промышленные воды могут быть получены с глубины 500—600 м, причем расходы скважин, вероятно, достигнут нескольких литров в секунду. Поэтому наиболее перспективным для организации разведочных работ на бромные воды является район Сысольско-Верхнекамского погребенного свода. Пробуренная в пределах этой структуры скв. 43 вскрыла подземные воды с высокими концентрациями брома (до 1 г/л).

Большой интерес представляет район Верхне-Печорского соленосного бассейна с точки зрения возможностей извлечения калийно-магниевых и натриевых солей из рассолов, которые, кроме того, часто содержат промышленные концентрации брома и могут быть выведены с относительно небольших глубин (250—300 м).

Широким распространением пользуются подземные воды, содержащие промышленные концентрации брома. Содержание йода в рассолах чаще ниже кондиционного, даже при условии совместного извлечения его с бромом.

В отношении возможности извлечения в промышленных масштабах брома и йода заслуживают внимания районы Нижне-Омринской и Северо-Мылвинской нефтегазоносных структур (скв. 27, 35). Наиболее перспективным является район Мутноматериковой структуры, в пределах которого задачу определения эксплуатационных запасов промышленных вод можно решить сравнительно малыми объемами геологоразведочных работ.

Богат бромными и йодными водами нефтепромысловый район Печорской системы артезианских бассейнов, и как промышленно осваиваемый заслуживает особого внимания для организации специальных оценочных работ по определению возможностей добычи из подземных вод этих полезных компонентов. Предположительно можно считать, что здесь хлоридно-натриевые рассолы с промышленными концентрациями брома могут извлекаться с глубины 1000—1200 м.

Не исключена возможность добычи брома из попутных нефтепромысловых вод.

Судить о возможной производительности толщ, вмещающих промышленные воды, по данным опробовательских работ на нефтегазопрооявления не представляется возможным. Объясняется это недостаточной скважностью колонн обсадных труб, малыми интервалами опробования (1,5—2,0 м) и в целом низким качеством гидрогеологической документации опытных работ. Так, например, отсутствуют сведения о динамике изменения уровней подземных вод в опытных скважинах и содержаниях в промышленных водах нафтенных кислот и нефти, отрицательно сказывающихся на технологическом процессе получения полезных компонентов. Имеющиеся данные дают возможность сугубо ориентировочно судить лишь о количестве выданной из скважины за определенный период времени воды.

Все это подчеркивает необходимость проведения в ближайшие годы тщательных исследований для промышленной оценки установленных перспективных площадей.

3. ТЕРМАЛЬНЫЕ ВОДЫ КАК ИСТОЧНИК ТЕПЛОФИКАЦИИ

К термальным относятся воды, имеющие температуру более 20°C . По эффективности использования для целей теплоснабжения они делятся на слаботермальные ($T=20\text{--}50^{\circ}\text{C}$), термальные ($T=50\text{--}75^{\circ}\text{C}$) и высокотермальные ($T=75^{\circ}\text{C}$). Кроме того, эти воды часто содержат ценные химические элементы. В границах рассматриваемой территории термальные воды по своему химическому составу всегда являются минеральными (специфическими или неспецифическими), а по содержанию брома иногда могут представлять практический интерес в отношении извлечения этого компонента для нужд химической промышленности. Промышленные содержания йода и других элементов в них встречаются реже.

Газовый состав термальных вод однообразный — в составе газов преобладают метан и азот. Исключение составляет группа относительно высокотемпературных источников, выходящих в пределах гряды Чернышева и поднятия Чернова, в составе растворенных газов которых преобладает азот, присутствует сероводород и благородные газы.

Выделенные в пределах гидрогеологических районов геотермальные провинции (см. рис. 12) характеризуются различными температурными условиями, определяющими возможность теплового или комплексного использования термальных вод.

При настоящей степени изученности температурных условий рассматриваемой территории наибольший практический интерес представляет провинция повышенных температур, в пределах которой слаботермальные воды приурочены к интервалам глубин от 450—600 до 1300—1600 м (скв. 13, 16, 17, 21—23, 27, 28). По степени минерализации это рассольные и крепкорассольные (M до 150—200 г/л) хлоридно-натриевые воды, которые содержат бром до 0,50—0,45 г/л и йод до 0,004—0,005 г/л. Термальные ($T=50\text{--}75^{\circ}\text{C}$) хлоридно-натриевые рассолы ($M=220\text{--}240$ г/л) в границах этой провинции встречаются в интервалах глубин от 1500—1600 до 2000—2100 м (скв. 17, 21—23). Высокотермальные воды встречаются здесь только несколькими скважинами (17, 21—23, 24) с глубины около 2000 м. Это высокотемпературные хлоридно-натриево-кальциевые крепкие рассолы (M до 230 г/л) содержат бром до 0,8 г/л и йод 0,008 г/л.

В пределах провинции умеренных температур, занимающей промежуточное положение между провинциями преимущественно повышенных и пониженных температур, большая часть площади которой находится в границах Печорской системы артезианских бассейнов, слаботермальные хлоридно-натриевые рассолы с содержанием брома и йода соответственно в количествах, достигающих 0,93 и 0,011 г/л, прослеживаются до глубины 1500—2150 м (скв. 1, 6, 7, 14, 15, 25, 29, 31). Термальные хлоридно-натриевые рассолы с содержанием брома в 0,5—1,0 г/л и йода до 0,018—0,025 г/л могут быть встречены в интервале глубин от 1600—1900 до 2100—2400 м (скв. 14, 15, 25, 26), однако в некоторых случаях они появляются только на глубине около 3000 м (скв. 1). Высокотермальные крепкие рассолы с содержаниями брома, достигающими 0,7—0,8 г/л, и йода 0,005—0,010 г/л, в пределах рассматриваемой территории вскрыты лишь несколькими скважинами (1, 14, 15, 25). Максимальная температура воды (88°C) была зарегистрирована в стволе Нарьян-Марской скважины (1) на глубине 3500 м.

В границах выделенной на юге территории Коми АССР провинции пониженных температур слаботермальные рассолы с содержанием брома и йода соответственно в количествах 0,55—1,08 и 0,005—

0,017 г/л появляются с глубины 1000—1400 м (скв. 8, 10, 30, 32—38). Термальные воды с содержанием брома 0,62—0,78 г/л и йода 0,004—0,008 г/л на востоке этой провинции могут быть встречены с глубины около 1700 м (скв. 36), а на юге Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна и Канино-Тиманского бассейна трещинных вод — на глубине 2100—2400 м (скв. 35, 36, 38). Максимальная температура подземных вод, равная 71,3°С, замерена на глубине около 2000 м в скв. 36, пробуренной у восточной границы области. В северо-восточной части Печорской системы артезианских бассейнов, которая также входит в границы провинции пониженных температур, слаботермальные воды могут быть встречены на глубине около 1100 м (скв. 8).

Выявленными областями разгрузки термальных вод являются складчатые сооружения гряды Чернышева и поднятия Чернова, где естественные выходы подземных вод (4, 9, 18, 19) в ряде случаев имеют более высокую по сравнению с окружающей средой температуру, а воды пымвашорских источников (2) относятся к слаботермальным (28°С). Воды источников бальнеологически активны.

Термальные воды по условиям залегания во вмещающей среде являются трещинно-пластовыми и трещинно-жилыми, а по гидравлическим особенностям относятся к высоконапорным. Некоторые скважины (20, 35), пробуренные в пониженных участках рельефа поверхности, фонтанировали.

Опробовательские работы на нефтегазопроявления, произведенные в стволах ряда глубоких скважин, после поинтервального перфорирования колонн обсадных труб не позволяют определить действительную производительность скважин, вскрывших термальные воды. Полученные при этом удельные расходы термальных вод, достигающие сотых долей литра в секунду, являются заниженными. Нет также сведений о том, какое количество тепла будет потеряно при выведении термальных вод на поверхность с помощью насосных устройств.

Несомненно, что подземные относительно высокотемпературные воды должны рассматриваться как комплексное полезное ископаемое, требующее в дальнейшем более детального изучения в отношении использования их для теплофикации, а также как галургическое сырье для извлечения химически ценных элементов.

Наиболее перспективными площадями, где следует вести работы с целью изучения возможностей использования подземных вод для теплофикации, изучения полезных компонентов или же для бальнеологических нужд, являются северо-восточный склон Тимана с прилегающей на востоке территорией Печорского артезианского бассейна, а также системы складчатых сооружений бассейнов трещинных вод гряды Чернышева и поднятия Чернова.

Особого внимания заслуживает район г. Ухты, где термальные воды, представляющие промышленную и лечебную ценность, могут быть выведены на поверхность с относительно небольших глубин. Слаборассольные ($M=55$ г/л) хлоридно-натриевые воды вскрыты здесь на глубине около 400 м; скважина фонтанировала, температура воды на изливе достигала 25,3°С. Воды отличаются повышенной радиоактивностью. В их составе отмечается присутствие микрокомпонентов — брома 0,012 г/л и йода 0,001 г/л.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

1. ГИДРОГЕОЛОГИЯ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Общая характеристика Печорского угольного бассейна

Все промышленные месторождения каменного угля Северо-Востока Европейской части СССР сосредоточены в пределах Печорского угольного бассейна, площадь которого около 90 тыс км² (рис. 21).

Освоение бассейна было начато почти одновременно в двух районах — в Воркутинском, расположенном в его северной части, и Интинском — в южной. В 1965 г. добыча угля составила 17,0 млн. т, в том числе в Воркутинском промышленном районе 10,5 млн. т, в Интинском 6,5 млн. т. Основные запасы угля сосредоточены в северной и северо-восточной частях бассейна, где продолжаются разведочные работы.

Территория бассейна находится в области развития многолетне-мерзлых пород, общие закономерности распространения которых показаны на рис. 4. На угольных месторождениях, расположенных в пределах IV и в более северных мерзлотных зонах, мерзлые породы имеют широкое распространение и отсутствуют только под реками и озерами, а также на участках с «аональными» мерзлотными условиями. В долинах малых рек, под полосами стока и небольшими по площади озерами мерзлые породы встречаются на глубине от 6—10 до 20—30 м. Мощность мерзлой толщи изменяется от 80—100 до 250—300 м, а температура — от минус 0,5 до минус 5,5°С. На месторождениях, расположенных южнее IV мерзлотной зоны, мерзлые породы встречаются лишь на относительно небольших по размерам участках. Максимальная мощность мерзлой толщи не превышает 60—80 м, а в южной части бассейна — сокращается до 10—15 м. Наиболее низкая температура мерзлых пород около минус 1,0—1,5°С.

Угольные месторождения приурочены к дислоцированному скальному комплексу пермских пород, перекрытых четвертичными, а в ряде случаев — меловыми отложениями. Эти месторождения расположены в пределах Усино-Коротайхинского бассейна второго порядка. Он имеет сложное геологическое строение и в соответствии с принятым районированием делится на мелкие гидрогеологические районы.

Гидрогеологические условия бассейна определяются в основном двумя факторами: геоструктурными и литологическими особенностями и широким распространением мерзлых пород, затрудняющих питание водоносных горизонтов за счет атмосферных осадков.

Основная водоносность связана с коренными породами. Кроме водоносного горизонта верхнемеловых отложений, развитого только в восточной части бассейна, здесь выделяются два крупных водоносных комплекса: первый, связанный с карбонатной толщей каменноугольных, девонских и силурийских отложений, и второй, приуроченный к терригенным осадкам триаса и перми. Распространение водоносных комплексов северо-восточной части бассейна показано на схематической гидрогеологической карте (см. рис. 21).

Породы карбонатного комплекса, представленные известняками и доломитами, вмещают трещинные и карстово-трещинные воды. В большинстве мест своего развития карбонатный комплекс залегает на значительной глубине и выходит на поверхность только в отдельных поднятиях за пределами распространения угленосных толщ. В водном балансе угольных месторождений участие подземных вод карбонатного комплекса незначительно.

Триасово-пермский водоносный комплекс состоит из многочисленных гидравлически слабо связанных водоносных слоев и пластов, которые в дальнейшем изложении или рассмотрены отдельно, или сгруппированы в водоносные толщи или горизонты. Состав пород комплекса и их стратиграфическая принадлежность приведены в табл. 16.

Залегающая в нижней части пермских отложений аргиллитовая толща гусиной свиты и подстилающая ее сезымская свита служат водоупором, разделяющим воды триасово-пермского и каменноугольно-силурийского водоносных комплексов.

В отложениях, вмещающих угольные пласты, содержится ряд водоносных пластов и слоев, приуроченных в основном к трещиноватым конгломератам, песчаникам и реже алевrolитам. Относительными водоупорами являются мелкозернистые разности алевrolитов, аргиллиты и пласты угля. Мощность водоносных слоев для угленосной части толщи колеблется от нескольких до 30—40 м. Наибольшей водоносностью характеризуются участки простого геологического строения. Так как в зонах дизъюнктивных нарушений трещины-сместители обычно заполнены глинистым материалом, то большинство крупных дизъюнктивных нарушений являются водонепроводящими. Подземные воды чаще всего напорные. В связи с фациальной изменчивостью литологического состава пород и тектонической нарушенностью толщ водоносные пласты не пользуются широким площадным распространением.

Из отложений, подстилающих угленосную толщу, наиболее водообильными являются аячъягинская подсвита и талатинская свита. В местах неглубокого залегания (в зоне свободного водообмена) с ними нередко связаны крупные скопления пресных подземных вод, которые с успехом используются для водоснабжения. Водоносность триасовых отложений почти не изучена.

Степень гидрогеологической изученности месторождений неодинакова. Наиболее хорошо изучены разрабатываемые месторождения — Воркутское, Хальмеръюское, Юньягинское, Интинское и законсервированные — Кожимское и Еджид-Кыртинское; менее изучены месторождения, подготавливаемые к разработке: Верхне-Сырьягинское, Нижне-Сырьягинское, Воргашорское, Усинское, Сейдинское и Чернореченское. Остальные месторождения бассейна в гидрогеологическом отношении изучены слабо.

Водообильность действующих шахт бассейна различная. Шахтные водопритоки в среднем составляют 75—150 м³/ч. В шахтах, расположенных вблизи рек, они увеличиваются до 300—500 м³/ч. Несколько шахт имеют водопритоки свыше 500 м³/ч. Характерным показателем обводненности шахт бассейна является величина притока на 1 км длины отработанного пространства по простиранню, которая колеблется от 10 до 92 м³/ч.

Общий водопристок в шахты бассейна в последние годы достигал 4300 м³/ч. Средний коэффициент водообильности шахт был равен 3,0, изменяясь по отдельным шахтам от 0,35 до 26,0.

Таблица 16

**Схема расчленения триасовых и пермских отложений Печорского угольного бассейна
(триасово-пермский водоносный комплекс)**

Система	Отдел	Ярус	Серия, мощность в м	Свита или подсерия, ее литологический состав и мощность в м	Подсвита или толща, мощность в м Пакеты местной схемы
Триасовая	Верхний	Не выделены	Хейягинская, 2000—2400	Нядейтинская (верхнехейягинская); алевролиты, аргиллиты, мелкозернистые песчаники; 1000—2000	
	Нижний и верхний			Лестаншорская (нижнехейягинская); песчаники, конгломераты, пестроцветные аргиллиты, в основании базальты; 1000—1200	
Пермская	Верхний	Уфимский, казанский и татарский	Печорская, 1200—3200	Тальбейская; песчаники, алевролиты, конгломераты, аргиллиты, угли; 700—2000	
				Сейдинская; песчаники, алевролиты, конгломераты, аргиллиты, угли; 500—1200	
	Нижний	Кунгурский	Воркутинская, 700—2300	Интинская; аргиллиты, алевролиты, песчаники, угли; 300—1000	Пакеты: F, G, H, J, K, L
				Лекворкутская; аргиллиты, алевролиты, песчаники, угли; 400—1300	Рудницкая; 150—600 Пакеты: M, N, O Аячъягинская; 250—700 Пакеты: P, R, S, T
		Артинский	Юньягинская, 900—1800	Талатинская; песчаники, алевролиты, аргиллиты; 300—700	
				Бельковская; алевролиты, аргиллиты; 450—700	
				Гусинная; песчаники, алевролиты, аргиллиты; 130—450	Песчаниковая; 100—300 Аргиллитовая; 30—150
		Сакмарский		Сезымская; известняки, мергели; 12—15	

Каменноугольные отложения

Схема II (врезка) 1 — контур схематической гидрогеологической карты; 2 — месторождения эксплуатируемые, 3 — месторождения законсервированные, 4 — месторождения разведываемые, 5 — месторождения, проектируемые для разведки

Угольные месторождения 1 — Воркутское, 2 — Юньягинское, 3 — Воргашорское, 4 — Усинское, 5 — Сейдинское, 6 — Хальмерьюское, 7 — Верхнесырьягинское, 8 — Нижнесырьягинское, 9 — Интинское, 10 — Кожимское, 11 — Юсьиольское, 12 — участок р. Ерьяги, 13 — участок р. Лиурьяги, 14 — участок р. Табью, 15 — Янгарейское, 16 — Лестаншорское, 17 — Хейягинское, 18 — Нямдинское, 19 — Силовское, 20 — Пэмбойское, 21 — Елецкое, 22 — Верхнероговское, 23 — Воть Ярское, 24 — Среднеадзвинское, 25 — Тальбейское, 26 — Абезьский участок, 27 — Кушшорское, 28 — Неченское, 29 — Кочмеская площадь, 30 — Шарью-Заостренское

Гидрогеология разрабатываемых угольных месторождений

Воркутское месторождение

Месторождение является наиболее ценным как по запасам, так и по качеству углей. Его эксплуатация начата в 1934 г. В 1963 г. здесь было 17 действующих шахт и на 8 шахтах к этому времени добычные работы были уже прекращены (рис 21 и 22).

Поверхность района месторождения представляет собой слабоволнистую равнину, расчлененную р. Воркутой и ее крупными притоками — реками Безымянкой и Аячьей. Превышение водораздельных участков над урезом воды в р. Воркуте составляет 60—140 м. Река Воркута и ее притоки имеют круглогодичный сток.

Месторождение расположено в области распространения мерзлых пород, максимальная мощность которых достигает 133 м, а в среднем изменяется в пределах 60—80 м. Площадное распространение мерзлых пород точно не установлено. По данным Н. Г. Бобова (Геокриологические условия, 1964), оно определяется в 80—90%, однако следует считать эту цифру несколько завышенной. Проведенными в последние годы гидрогеологическими работами установлено, что на отдельных больших участках талые породы преобладают над мерзлыми. Мерзлые породы наиболее широко распространены и отличаются значительной мощностью на участках, сложенных ледниковыми и ледниково-морскими отложениями, мощность которых достигает 100 м и более (рис 23). На восточном крыле месторождения, где коренные породы перекрываются маломощными (до 5 м) четвертичными отложениями, мерзлые породы обычно отсутствуют. В районе западного крыла месторождения, характеризующегося относительно широким развитием аллювиальных и более водопроницаемых ледниково-морских отложений, мощность мерзлых пород уменьшается до 30—60 м. Температура этих пород здесь более высокая, и мерзлая толща часто прерывается таликами или имеет слоистое строение. Под реками, ручьями и широкими полосами стока мерзлые породы либо отсутствуют, либо залегают на относительно большой глубине. Для района месторождения температура мерзлых пород ниже слоя годовых температурных колебаний (11—16 м) изменяется от минус 2,5 до 0°С.

В геологическом строении месторождения принимают участие отложения четвертичного и пермского возраста. Мощность четвертичных осадков значительная и может превышать 100 м, но в среднем составляет 40—60 м. В восточной и северной частях месторождения, а также в долине р. Воркуты она иногда уменьшается до 10 м и менее.

В структурном отношении месторождение представляет собой крупную синклинальную складку, ось которой направлена на северо-восток (см. рис 22). Углы падения пород на крыльях постепенно увеличиваются с юга на север от 8 до 60°. Максимальная глубина погружения отложений, содержащих основные рабочие угольные пласты рудниковой подспиты, достигает 1150—1200 м. Сравнительно простое геологическое строение мульды осложнено тектоническими нарушениями. Среди разрывных нарушений преобладают взбросы с амплитудой разрыва от нескольких сантиметров до 600 м. Степень трещиноватости пород и величина трещин зависит в основном от литологического состава пород. В песчаниках трещины редкие и крупные, в глинистых породах сеть мелких трещин относительно густая. Ниже глубины 300—350 м трещиноватость значительно уменьшается.

Четвертичные отложения, представленные преимущественно ватунными суглинками, обводнены незначительно. Вне отрицательных

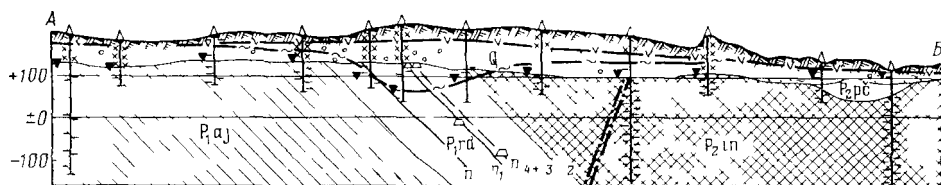
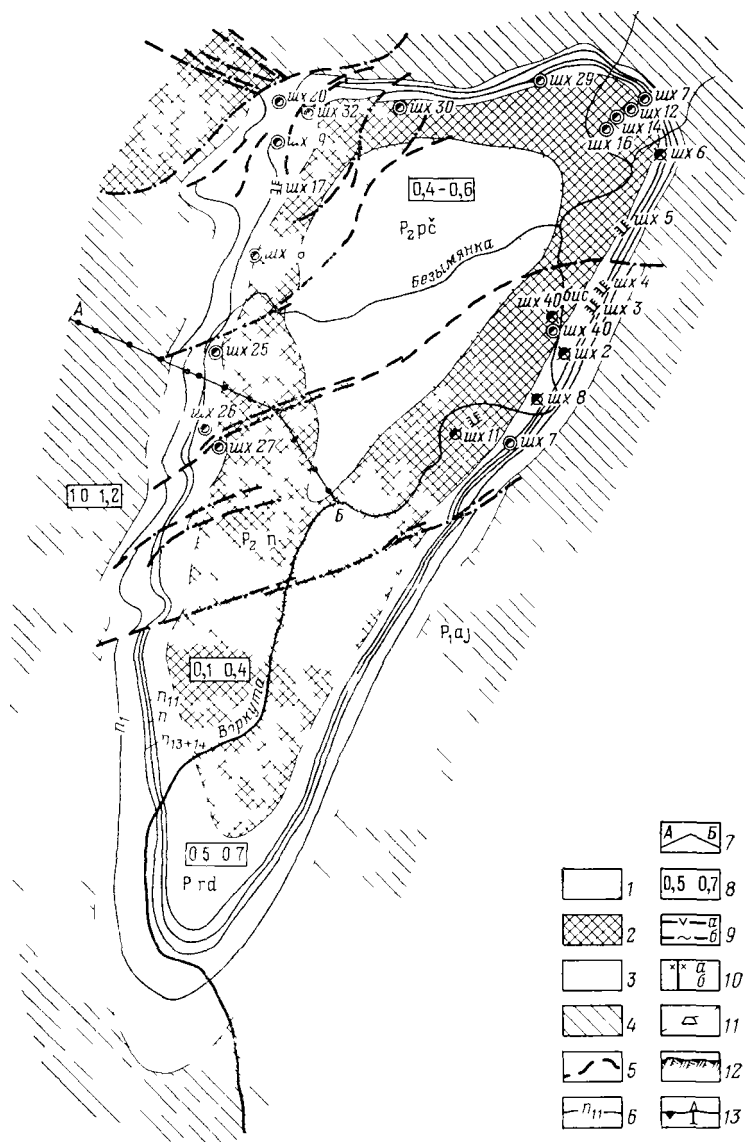


Рис 22 Схематическая гидрогеологическая карта Воркутского месторождения (составил Н. Б. Какунов)

1 — водоносная толща отложений печорской серии (P_{2pc}) 2 — то же интинской свиты (P_{2il}), 3 — то же рудинской подсвиты (P_{2rd}) 4 — то же аяягыгинской подсвиты (P_{2aj}) 5 — тектонические нарушения 6 — угольные пласты 7 — линия разреза 8 — характеристика обводненности отложений (средний удельный дебит, л/сек) На разрезе 9 — положение уровня поверхности подземных вод а — до эксплуатации б — по состоянию на 1963 г 10 — скважина проходная а — в мерзлых породах б — в талых породах 11 — угольный пласт отработанный 12 — четвертичные отложения 13 — глубина встречи подземных вод в скважине

температур водоносными являются аллювиальные образования долин рек, песчано-гравийные отложения, залегающие либо в виде крупных линзовидных тел среди суглинков, либо в их основании, а также пески и галечники, выполняющие погребенные долины. Наиболее водоносны

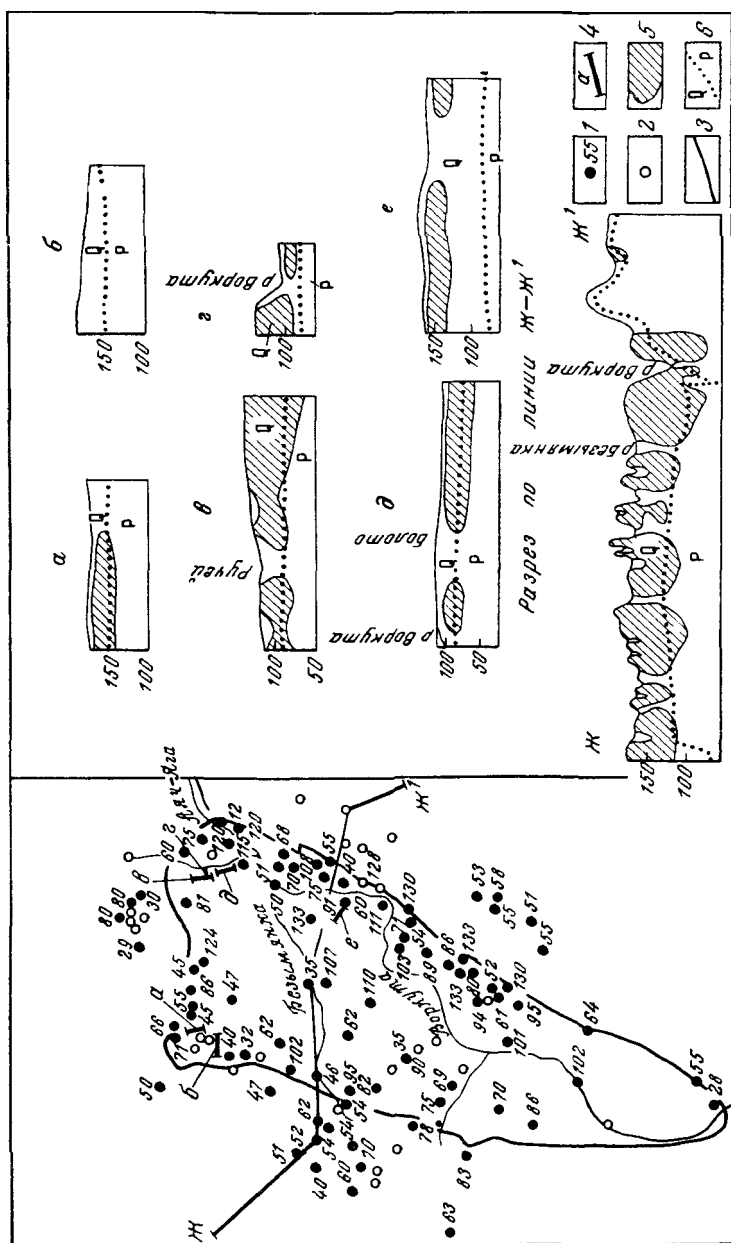


Рис 23 Характеристика мощностей мерзлых пород на Воркутском месторождении (составил Н. Б. Какунов)
1 — установленная мощность мерзлых пород по скважине, 2 — скажина, пройденная в талике, 3 — контур месторождения
4 — линия разреза 5 — мерзлые породы, 6 — детали строения мерзлых пород

песчано-гравийные отложения погребенных долин, которые неоднократно пересекались подготовительными выработками и подрабатывались в очистных забоях шахт.

Мощность водоносных пластов различная и колеблется от нескольких до двух-трех десятков метров. Подземные воды четвертичных отложений пользуются распространением преимущественно в рай-

оне западного крыла месторождения. Максимальные водопритоки в стволы шахт из песчано-гравийных линз не превышали $30 \text{ м}^3/\text{ч}$. Воды, приуроченные к отложениям погребенных долин, взаимосвязаны с водами пермских пород. Водоносность этих отложений по площади неоднородна. При подработке областей погребенных долин шахтными выработками наблюдались водопритоки от 10 до $300 \text{ м}^3/\text{ч}$, которые вскоре уменьшались до $5\text{—}30 \text{ м}^3/\text{ч}$ или прекращались вовсе. Подземные воды современных аллювиальных отложений распространены незначительно и не оказывают существенного влияния на проходку шахтных выработок.

Сравнительная водоносность пермских пород показана на схематической гидрогеологической карте (см рис. 22). Наиболее водоносны здесь отложения аячъягинской подсвиты, несколько менее — породы рудницкой подсвиты, а водоносность отложений интинской свиты наименьшая. Примерно одинаково водоносны отложения печорской серии и рудницкой подсвиты. Наибольшей водоносностью характеризуются разрезы свит и подсвит, сложенные более крупнозернистым кластическим материалом и имеющие меньшее количество циклов угленакплений на единицу мощности (табл 17)

Таблица 17

Водоносность серий, свит и подсвит пермских отложений

В м е с т о н о с т и	Мощность пород в пределах месторождения, м	Число угольных пластов	Количество циклов на 100 м разреза	Средний удельный дебит скважин, л/сек (при понижении уровня 5 м)
Печорская серия	215—280	23	11	0,4—0,6
Интинская свита	215—615	71—104	16	0,1—0,4
Рудницкая подсвита	268—456	17—40	8	0,5—0,7
Аячъягинская подсвита	440—564	13—11	2	1,0—1,2

Циклическое строение угленосных пермских отложений предопределило наличие в разрезе большого числа водоносных слоев, сложенных песчаниками, конгломератами, реже алевролитами, различными по мощности, площадному распространению и характеру гидравлической взаимосвязи. Мелкозернистые разности алевролитов, аргиллиты и пласты угля обводнены редко и рассматриваются как относительные водопоры. Установлено, что трещиноватость горных пород, определяющая характер и степень их водоносности, с глубиной значительно уменьшается. Зоны дизъюнктивных нарушений в основном являются практически безводными. При прочих равных условиях наиболее водоносной является верхняя часть разреза пермских пород до глубины 100—110 м. Средние удельные расходы скважин для этой части разреза $0,53 \text{ л/сек}$. Для пород, встречаемых в интервале глубин 110—190 м, характерна умеренная водоотдача, и удельные дебиты скважин изменяются от 0,1 до $0,3 \text{ л/сек}$ при среднем их значении в $0,22 \text{ л/сек}$, в интервале глубин 190—300 м породы слабодоносны, и удельные расходы скважин для этой части разреза обычно не превышают $0,1 \text{ л/сек}$. Пермские отложения ниже глубины 300—350 м обводнены незначительно. Это подтверждается опытом проходки шахтных стволов, которые ниже указанной глубины не встречали водоносных слоев с водопритоками более $5\text{—}10 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Выдержанность слоев по площади различная. Наиболее выдержаны по простиранию и падению водоносные слои на западном крыле

и на южном замыкании структуры, а наименее выдержаны на северном ее крыле, характеризующемся наличием разрывных нарушений и более крутым падением пород. Гидравлическая связь водоносных слоев слабая. Областью дренирования водоносной толщи является речная сеть и горные выработки.

Питание подземных вод осуществляется в основном за счет атмосферных осадков и инфильтрации из поверхностных водотоков, хотя не исключается возможность пополнения запасов из смежных районов. О преобладании местного питания подземных вод можно судить по характеру дренирования площади месторождения горными выработками. В настоящее время большая часть месторождения по контуру рабочей угленосности опоясана шахтными выработками, имеющими протяженность по периметру около 45 км (см. рис. 22). Глубины отработки пластов в среднем 250—300 м. В течение многих лет эта гигантская подковообразная дрена принимает в среднем 2700 м³/ч воды. Однако каких-либо заметных изменений положения естественной уровня поверхности подземных вод в центральной части синклинали не отмечено. Наличие местной области питания в районе восточного крыла месторождения доказывается результатами специальных наблюдений за режимом подземных вод (Конжин, Кальм, 1965).

По химическому составу подземные воды до глубины 300—400 м в основном гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-натриевые, а по степени минерализации — пресные.

В обводнении горных выработок шахт основное участие принимают подземные воды пермских пород. Воды четвертичных отложений могут поступать в шахты в процессе проходки горно капитальных выработок и при производстве очистных работ на верхних (первых) горизонтах, вблизи выходов угольных пластов под наносы. Дополнительными источниками обводнения горных выработок являются поверхностные и подземные воды, поступающие в шахты из стволов ранее пробуренных скважин, а также шахтные воды, проникающие в эксплуатационные выработки из отработанных и впоследствии затопленных участков шахт.

Водопритоки в шахты заметно увеличиваются после начала очистной выемки полезного ископаемого, которая сопровождается полным или частичным обрушением кровли лав и достигает максимальной величины при полном развитии очистных выработок на первом горизонте. В основном вода поступает из кровли выработок.

При выемке полезного ископаемого полностью дренируются породы, залегающие в кровле угольного пласта в границах зоны беспорядочного обрушения, мощность которой изменяется от 1—2 до 4—5 крат от мощности отрабатываемого угольного пласта. Значительно нарушаются естественные гидрогеологические условия в зоне интенсивного трещинообразования, мощность которой в среднем равна 20—30-кратной мощности отрабатываемого пласта. В остальной части разреза надугольных пород естественные гидрогеологические условия после подработки массива горных пород шахтными выработками остаются почти неизменными.

По степени обводненности шахты месторождения делятся на три группы. Данные о водопритоках в шахты по группам за ряд лет приведены в табл. 18.

Распределение водопритоков по крыльям месторождения различно. Шахты восточного крыла месторождения принимают около 63% общих водопритоков, северного — 17% и западного — 20%. Неравномерная обводненность шахт объясняется многими причинами. Несомненно, что значительная доля водопритоков в шахты третьей

Т а б л и ц а 18

Величина водопритокков в шахты за ряд лет

Годы	Водопритоки в шахты, м³/ч						Всего за год
	I группа: шахты № 1, 2*, 4*, 5, 6*, 7, 11*, 12*, 14, 16, 17, 19, 20, 26, 30 и 32		II группа: шахты № 3*, 18, 25, 27 и 29		III группа: шахты № 8*, 9—10, 40 и 40-бис		
	от — до	среднее	от — до	среднее	от — до	среднее	
1950	22—106	57	18—110	62	57—593	264	2070
1952	24—128	71	24—208	78	51—536	265	2310
1954	23—157	71	31—163	91	97—514	265	2560
1956	30—136	61	54—169	99	200—466	308	2650
1958	24—100	55	54—188	99	184—477	350	2690
1960	21— 93	50	98—145	116	212—360	300	2570
1962	6— 92	51	106—170	130	202—502	320	2730

* Шахты, эксплуатация которых к 1962 г. прекращена.

группы обеспечивается за счет р. Воркуты. Относительно повышенную обводненность большинства шахт второй группы (№ 18, 25, 27) следует объяснить большей водоносностью пермских пород в районе западного крыла месторождения вследствие наличия здесь мощных и более выдержанных по простиранию структуры водоносных пластов песчаников, а также наличием водоносных слоев в четвертичных отложениях.

Основные водопритокки в шахты заметно возрастают только в период очистной выемки на первых (верхних) горизонтах шахт. По мере увеличения глубины ведения горных работ они, как правило, стабилизируются или даже уменьшаются. Поступление воды на нижние горизонты шахт по сравнению с верхними незначительное. Однако в связи с перераспределением водопритокков оценить количество воды, поступающее на нижние горизонты шахт, обычно трудно. Анализ погоризонтных водопритокков в шахты месторождения показывает, что по ряду шахт наблюдается закономерное уменьшение водопритокков на верхнем горизонте и одновременный рост их на нижних (рис. 24). Так, за период 1950—1960 гг. суммарные водопритокки в эти шахты уменьшились с 700 до 450—500 м³/ч, в то время как притоки на верхние горизонты снизились с 400 до 50 м³/ч, а на нижние горизонты выросли с 200 до 450 м³/ч.

Наиболее характерными показателями степени обводненности шахт являются величины водопритокков на единицу длины отработанного пространства по простиранию, значения которых за 1962 г. приведены в табл. 19.

Т а б л и ц а 19

Величина водопритокков на единицу длины отработанного пространства по простиранию

№ шахт	Общешахтные водопритокки, м ³ /ч	Притоки на 1 км длины отработанного пространства по простиранию, м ³ /ч
5, 7, 19, 26, 32	Менее 50	10—16
1, 14, 16, 17, 20, 30	50—100	19—39
18, 25, 27, 29	100—200	41—55
9—10 и 40	Более 200	55 и 92
По шахтам месторождения	2700	60

Величины водопритокков на единицу длины забоев не являются постоянными и уменьшаются в зависимости от увеличения длины горных выработок по простиранию

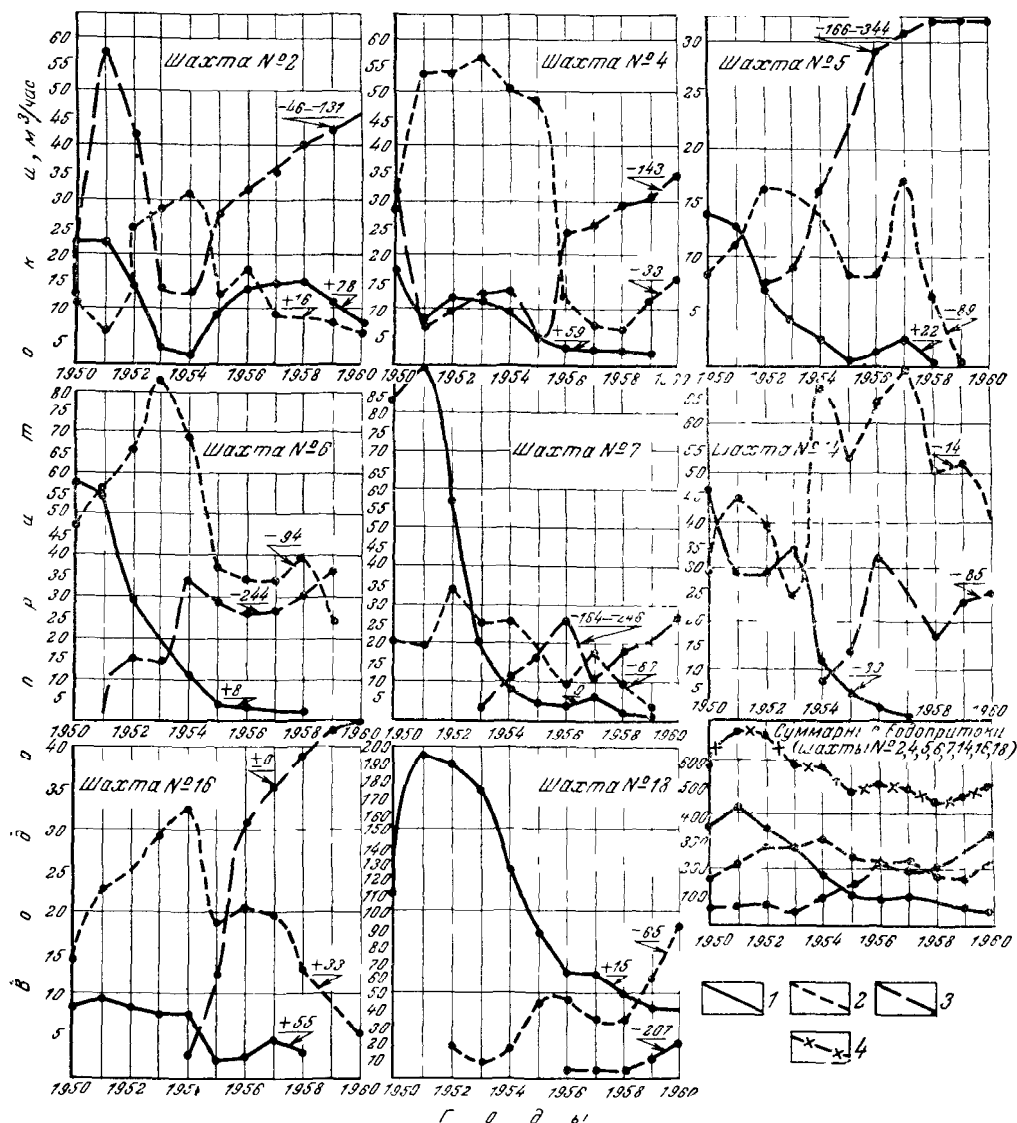


Рис 24 Графики водопритокков в шахты Воркутского месторождения (по И. А. Габовичу)

1 — кривая водопритокков для I горизонта 2 — то же для II горизонта 3 — то же для III горизонта, 4 — суммарная кривая общешахтных водопритокков. Цифры на кривых обозначают сотенные отметки горизонтов

По величине коэффициента водообильности в 1962 г. шахты месторождения группировались следующим образом. В группу с коэффициентом водообильности менее 1 объединены шахты №№ 1, 7, 17, 19, 20, 27, 30, 32; с коэффициентом от 1 до 2 — шахты №№ 14, 16, 5, 18, 25, 26 и 29 и свыше 2 — шахты № 9—10, 40.

В результате действия шахтного водоотлива и работы водозаборов подземных вод гидрогеологические условия месторождения сильно

изменились В районе горных выработок шахт образовались значительные по размерам депрессионные воронки (см. рис 22), что привело к существенному изменению урovenной поверхности и перераспределению областей питания и разгрузки подземных вод. Так, р Воркута в пределах восточного крыла месторождения (поля шахт № 9—10, 5, 6 и 16) из области дренирования превратилась в водоток, участвующий в питании подземных вод

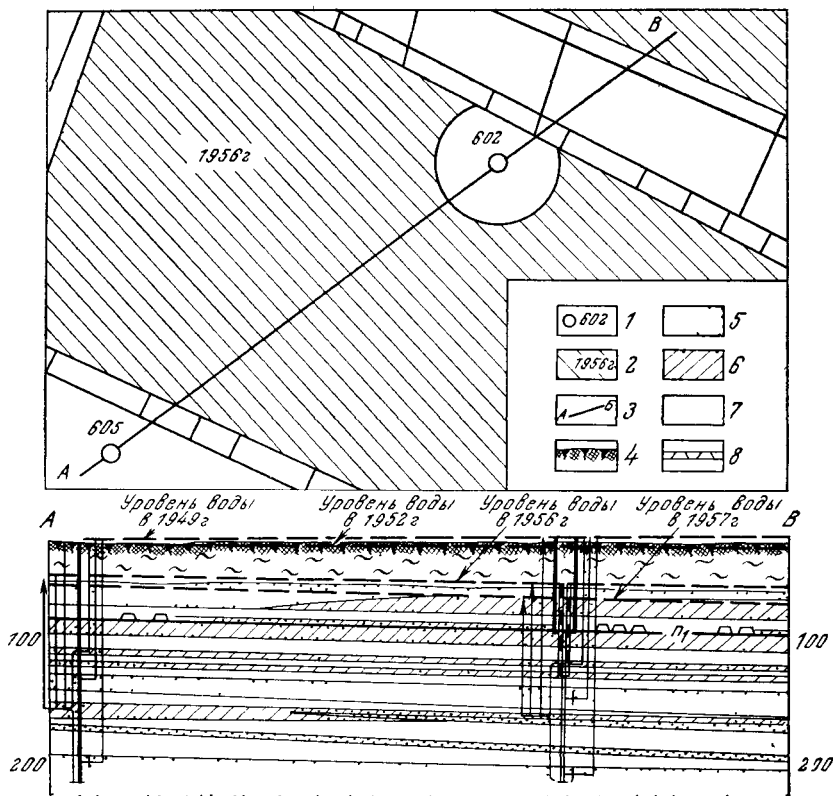


Рис 25 Влияние водоотлива из воркутских шахт на дренирование водоносных пород залегающих ниже отработанного пространства (составил Н Б Какунов)

1 — эксплуатационная скважина и ее номер 2 — отработанное пространство и год отработки — линия разреза На разрезе 4 — четвертичные отложения 5 — песчанники 6 — алевролиты 7 — аргиллиты 8 — отработанный угольный пласт

Наибольшее изменение режима подземных вод наблюдается в водоносных слоях, которые непосредственно вскрыты горными выработками или оказались захваченными зоной интенсивного трещинообразования, возникшей в результате посадки лав. В других водоносных слоях значительных изменений в их режиме не наблюдается. Имели место случаи, когда для целей водоснабжения на месторождении использовались скважины, эксплуатирующие воду из водоносных слоев, залегающих ниже отработанного пространства, причем уровень подземных вод при этом располагается на 30—20 м выше пройденных горных выработок (рис 25). Случаи залегания водоносных песчаников, вмещающих напорные воды, над отработанным пространством (выше 30-кратной мощности вынимаемого пласта) достаточно много-

численны. Это обстоятельство позволяет считать, что гидравлическая связь между отдельными водоносными слоями слабая.

В силу приведенного обстоятельства на месторождении оказалось возможным организовать водозаборы подземных вод из отложений аячъягинской подсвиты, залегающих в непосредственной близости к горным выработкам. Подземные воды аячъягинской подсвиты используются для водоснабжения уже более 10 лет. Общий расход эксплуатационных скважин составляет около 18 тыс. $\text{м}^3/\text{сутки}$; дебиты отдельных скважин достигают 2—3 тыс. $\text{м}^3/\text{сутки}$. В ближайшее время водоотбор из этих отложений предполагается довести до 40—50 тыс. $\text{м}^3/\text{сутки}$.

Хальмеръюское месторождение

Хальмеръюское месторождение расположено в крайней северо-восточной части Печорского бассейна (см. рис. 21). В 1957 г. на месторождении была введена в эксплуатацию шахта № 1, а в 1960 г. шахта № 2, впоследствии объединенные в шахту № 1/2.

В орографическом отношении площадь месторождения р. Хальмеръю делится на две резко различные между собой части: правобережную — равнинную, имеющую незначительный подъем в восточном направлении, и левобережную — всхолмленную. Общее понижение рельефа наблюдается в сторону долины р. Хальмеръю. Правобережная часть месторождения сильно заболочена. Значительные скопления влаги на равнинной части месторождения обеспечивают круглогодичное питание водотоков. Водотоки левобережной части месторождения в суровые зимы резко сокращают свой сток и местами промерзают до дна.

Мерзлотные условия месторождения (Барыгин, 1953; Акимов и Тютюнов, 1961; Геокриологические условия, 1964) отличаются большим разнообразием, что в основном объясняется особенностями его тектонического строения, различной мощностью покрова четвертичных осадков, их составом, а также сложными гидрогеологическими факторами. Максимальная мощность мерзлых пород на водоразделах достигает 200 м, а в низинах сокращается до 70—100 м. Здесь мерзлота распространена не только в четвертичных отложениях, но и в верхней части коренных пород. Наибольшая прерывистость мерзлой толщи наблюдается на участках с малой мощностью покрова четвертичных отложений (от 2—5 до 10—15 м) и на участках, занятых глубокими озерными котловинами и широкими полосами стока. Под постоянно действующими крупными водотоками мерзлые породы отсутствуют. Отмечены случаи мерзлых пород над зонами тектонических нарушений на участках, где среди четвертичных отложений преобладают водопроницаемые разности.

Слагающие месторождение пермские породы относятся к воркутской серии. Разрез осадков характеризуется отчетливой цикличностью. Размеры циклов изменяются от 3 до 80 м. Наиболее крупные из них содержат мощные пакки песчаников и конгломератов, к которым приурочены основные водопроявления. Углевмещающие породы разбиты густой сетью трещин кливажа. Интенсивность кливажа уменьшается по следующему ряду пород: уголь — аргиллит — алевролит — песчаник — конгломерат. Уголь в большинстве случаев перемят до порошкообразного состояния.

Месторождение относится к сложноскладчатым. Угленосные породы смяты в асимметричные складки, осложненные значительным количеством дизъюнктивных нарушений с амплитудами разрыва до

300 м и более В синклиналях восточные крылья более крутопадающие по сравнению с западными Шахтой разрабатываются пять угольных пластов интинской свиты и рудницкой подсвиты на глубине до 130—150 м от поверхности

Четвертичные осадки представлены в основном валунами суглинками, реже супесями, песками и гравийно-галечными образованиями Мощность четвертичного покрова в северной части месторождения не превышает 5—10 м, а в южной — увеличивается до 90 м и в среднем составляет 50 м

Обводненность четвертичных пород, большая часть которых мерзлая, незначительная Наибольшим распространением пользуются грунтовые, реже слабонапорные воды, приуроченные к грубообломочным отложениям Мощность водоносных слоев изменяется от 1 до 9 м, а их водоотдача характеризуется удельными дебитами скважин от 0,04 до 0,2 л/сек и редко достигает 0,5 л/сек В обводнении горных выработок шахты наибольшее участие принимают воды аллювиальных отложений

Характер циркуляции подземных вод в пермских отложениях определяется геологическим строением месторождения, степенью трещиноватости водовмещающих толщ и наличием мерзлых пород Водonosны самые разнообразные литологические разности — от конгломератов до аргиллитов включительно Чаще всего водоносными являются слои конгломератов и песчаников, разбитых крупными, почти вертикальными трещинами

В связи со сложным тектоническим строением месторождения в разрезе угленосных отложений выделяются как водоносные слои, так и локальные водоносные зоны, приуроченные к наиболее трещиноватым зонам Такие зоны неоднократно были встречены горными выработками шахты Водоносность пород незначительная и характеризуется удельными дебитами скважин, не превышающими 0,1 л/сек В южном направлении за счет уменьшения в разрезе грубозернистых разностей пород уменьшается также и водоносность толщ Наиболее водоносны горные породы до глубины 100—150 м

Воды пермских отложений обычно напорные Уровенная поверхность подземных вод располагается вблизи отметок дневной поверхности и имеет общий уклон в сторону долин р Хальмерью и ее притоков Водоносные слои и зоны гидравлически взаимосвязаны слабо Центральная часть месторождения находится в области дренирования шахтными выработками По химическому составу подземные воды относятся в основном к гидрокарбонатно-натриевым с минерализацией 0,25—0,34 г/л и общей жесткостью, не превышающей 4 мг-экв

Наблюдения за характером обводненности горных выработок ведутся в течение ряда лет Максимальные водопритокы в стволы шахт при их проходке изменились от 6 до 34 м³/ч К 1964 г максимальные среднегодовые общешахтные водопритокы достигли 255 м³/ч, а максимальные среднемесячные — 420 м³/ч при среднем коэффициенте водообильности 2,5 Вода в горные выработки поступает в виде капежа и струйчатых выделений с кровли Подготовительные выработки очистных забоев, как правило, сухие Наиболее обводненными являются выработки по пластам k_5 и n_{14} вследствие наличия в их кровле водоносных конгломератов и песчаников, а также выработки, которые находятся вблизи поверхностных водотоков Так, в 1962 г при проходке выработок по пласту k_4 под руслом ручья был встречен водоносный талик После кратковременного прорыва подземных вод притоки в выработки сократились до нескольких кубических метров в час, а в зим-

нее время прекратились. Летом 1963 г. приток воды на этом участке возобновился и достигал $50 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Изменения величин водопритокков в шахты за 1961—1964 гг. показаны на рис. 26. Водопритокки увеличиваются в весенне-осенние периоды, когда поверхностные воды проникают вглубь через многочисленные провалы на поверхности. В 1961 г. за счет прорывов поверхностных вод водопритокки увеличились более чем в два раза против среднегодовых. К началу 1963 г. на площади шахтного поля было зарегистрировано 52 провала. С расширением площади шахтного поля в северном направлении, где большая часть территории покрыта маломощным слоем четвертичных отложений и затапливается в паводок, обводненность выработок может резко возрасти за счет прорывов поверхностных вод. Для предотвращения прорывов в приречной части шахтного поля целесообразно оставление охранных целиков.

Гидрогеологические условия неразрабатываемых Верхне-Сырьягинского и Нижне-Сырьягинского месторождений, расположенных в 30—40 км к югу от Хальмерьюского, в общем аналогичны гидрогеологическим условиям последнего.

Юньягинское месторождение

Юньягинское месторождение расположено в 12—16 км к востоку от Воркутского (см. рис. 21). В конце 1964 г. на месторождении окончено строительство шахты и начата эксплуатация.

Месторождение занимает пониженный участок водораздела между бассейнами рек Воркуты и Усы. Большая часть площади месторождения расположена в сильно заболоченной низине, в которой развиты многочисленные термокарстовые понижения и озера. Основным водотоком в пределах месторождения является р. Юнь-Яга. Ее расход в половодье может достигать $10\text{--}14 \text{ м}^3/\text{сек}$, а летом он составляет всего $0,06\text{--}0,12 \text{ м}^3/\text{сек}$, но осенью увеличивается до $0,55\text{--}0,70 \text{ м}^3/\text{сек}$. В зимнюю межень расход снижается до $0,01\text{--}0,03 \text{ м}^3/\text{сек}$. Долина р. Юнь-Яги слабо выражена в рельефе.

Мерзлые породы занимают около 50% площади месторождения и имеют мощность от 10 до 180 м (рис. 27). Наиболее значительные по размерам массивы мерзлых пород приурочены к пониженным участкам, сложенным озерными и озерно-болотными осадками, обычно перекрытыми торфом. На положительных формах рельефа мерзлые породы занимают не более 10—20% площади, и их мощность не превышает 20—30 м. Талики приурочены к участкам, занятым озерами и заболоченными котловинами. В долине р. Юнь-Яги мерзлые породы отсутствуют.

В геологическом строении месторождения принимают участие породы пермского возраста, повсеместно перекрытые четвертичными отложениями. Последние представлены суглинками, включающими линзы и прослои песчано-гравийных отложений. Наименьшая мощность четвертичных осадков (1—3 м) наблюдается в краевых частях месторождения, а наибольшая (30—40 м) — в северо-западной его части. Пермские отложения представлены песчаниками, алевролитами, аргиллитами и пластами угля. В разрезе на долю песчаников приходится 40%, алевролитов — 34%, аргиллитов 21% и углей 5%. Пласты угля рабочей мощности приурочены к рудницкой подсистеме.

Пермские породы собраны в асимметричную брахисинклинальную складку, вытянутую в широтном направлении с крутым ($35\text{--}50^\circ$) северным и пологим ($8\text{--}18^\circ$) южным крыльями. Крупных дизъюнктивных нарушений не установлено. Толща горных пород разбита систе-

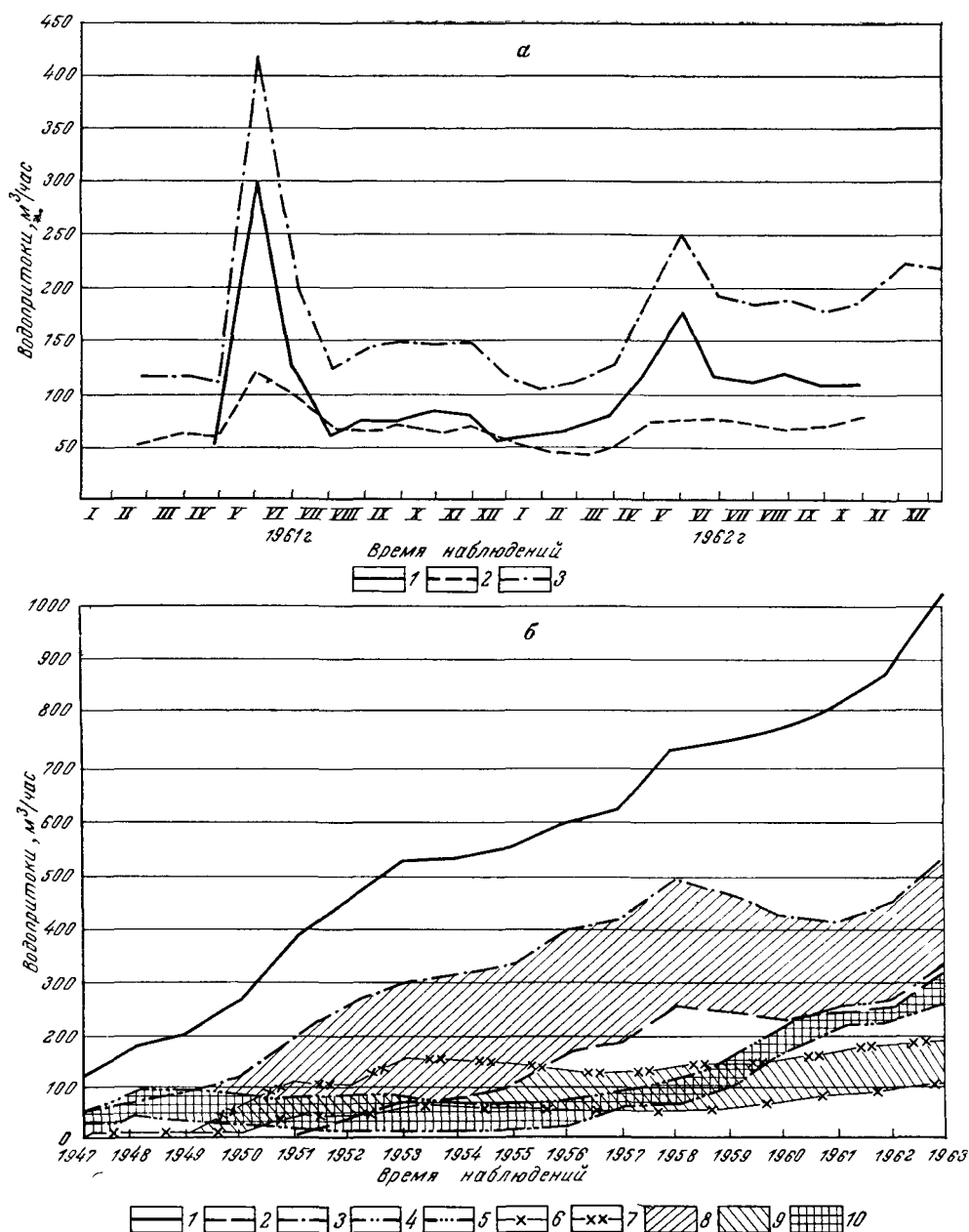


Рис 26 Графики притока воды в шахты Печорского бассейна (составил Н. Б. Какунов)

а — в шахту № 1/2 Хальмерье 1 — кривая водопритоков в шахту № 1 2 — то же в шахту № 2 3 — кривая общешахтных водопритоков

б — в шахты Итинского месторождения 1 — кривая водопритоков во все шахты месторождения, 2 — то же в шахты № 11, 12, 3 — то же в шахты № 1, 2, 11, 12, 4 — то же в шахту № 4, 5 — то же в шахты № 4, 5 10, 6 — то же в шахту № 9, 7 — то же в шахты № 9—13, 14, 8 — водопритоки в шахты № 1, 2 9 — водопритоки в шахты № 13, 14 10 — водопритоки в шахту № 10

В пермских отложениях характер водоносности определяется главным образом степенью их трещиноватости. Кроме того, в разрезе угленосных отложений выделяется ряд скоплений и трещинно-пластовых напорных вод, приуроченных к пластам песчаников и в меньшей степени — алевролитов. Наиболее водоносны песчаники, залегающие в кровле пластов n_5 , n_6 , n_{11} , n_{14} , m_1 . Основной водоносный горизонт, имеющий наибольшую мощность и значительное площадное распространение, приурочен к песчаникам кровли пласта n_{11} . Несмотря на значительную трещиноватость пород, взаимосвязь между водоносными горизонтами нередко затруднена, и процессы, связанные с дренированием толщи шахтными выработками, развиваются различно (см. рис. 27). Питание подземных вод местное и, возможно, в какой-то степени за счет подтока из сопредельных площадей. До начала строительства шахты подземные воды частично разгрузились в р. Юнь-Ягу.

Водопритоки в шахту в основном связаны с подземными водами коренных пород. При проходке скипового и клетового стволов притоки в выработки до встречи водоносных песчаников, залегающих в кровле пласта n_{11} (глубина 84 м), не превышали 40 м³/ч, а после их пересечения — увеличивались до 140—160 м³/ч. Существующие водопритоки в выработки вентиляционного горизонта шахты, пройденные на глубине 20—25 м от поверхности (отметка +130 м), не превышают 25 м³/ч. Это объясняется тем, что большая часть выработок пройдена в мерзлых породах и капез наблюдается лишь на отдельных участках. Более обводнены бремсберги (до 150 м³/ч), которые проходятся с вентиляционного на откачный горизонт (отметка +30 м).

Водоприток в выработки рудничного двора (отметка +30 м) и квершлагги, пересекающие в различных направлениях угленосные отложения на глубине 120—140 м от поверхности, колеблется в различные периоды времени года от 280 до 370 м³/ч. Общешахтный водоприток к концу 1964 г. достиг 720 м³/ч.

Водопритоки в шахту растут с увеличением фронта горных работ и сети подготовительных выработок. Изменение величин общешахтных водопритоков в зависимости от сезонов года достигает нескольких десятков кубических метров в час.

Гидрогеологические условия месторождения за период строительства шахты резко изменились (см. рис. 27). Шахтный водоотлив привел к образованию различных по размерам и конфигурации депрессионных воронок, наиболее отчетливо выраженных в водоносных песчаниках, залегающих в кровле пластов m_1 , n_{14} , n_{11} , n_6 , n_5 . В настоящее время образовалась крупная депрессионная воронка, которая распространилась до контура промышленной угленосности и только на юге месторождения граница области дренирования вышла за пределы ее контура. В результате уровенная поверхность подземных вод значительно понизилась на участке, где р. Юнь-Яга входит в пределы месторождения, и к началу 1965 г. располагалась ниже отметки ее русла примерно на 40 м. Таким образом, река из области разгрузки превратилась в водоток, питающий подземные воды. Несомненно, что в пределах области дренирования созданы благоприятные условия для питания подземных вод за счет вод озер и ручьев, причем из-за отсутствия должной системы отвода откачиваемой из шахты воды часть ее опять поступает в шахту (Конжин, Какунов, Яковлев, 1966).

При полном развитии подготовительных и очистных работ общешахтные водопритоки могут достигнуть 1200—1500 м³/ч. Основная доля водопритоков будет обеспечиваться за счет инфильтрации вод из поверхностных водоемов и водотоков.

Интинское месторождение

Интинское месторождение расположено в южной части Печорского угольного бассейна, в районе г. Инты. Промышленное освоение его начато с 1941 г. В настоящее время здесь эксплуатируется 11 шахт (рис. 21 и 28).

Поверхность месторождения представляет собой равнину, расчлененную р. Бол. Инта и ее притоками — р. Угольной и руч. Черным. Незначительный уклон поверхности равнины и ее слабая расчлененность способствовали образованию многочисленных болот. Наиболее заболочены и заняты значительным количеством озер водораздельные пространства. Месторождение находится в области островного распространения мерзлых пород, занимающих менее 10% площади. Мерзлые породы встречаются под торфяными буграми и их мощность не превышает 8—12 м.

Пермские угленосные отложения, выполняющие синклинальную структуру, представлены однородной толщей переслаивающихся конгломератов, песчаников, алевролитов, аргиллитов и углей. В разрезе преобладают алевролиты и песчаники (78%), на долю углей приходится около 2%.

Пермские породы почти повсеместно перекрыты четвертичными отложениями, мощность которых изменяется от 3 до 17 м и чаще составляет 6—10 м. В районе месторождения известны две крупные погребенные долины шириной от 500 до 700 м и несколько более мелких, в пределах которых мощность четвертичных осадков увеличивается до 30—40 м. В составе осадков, выполняющих погребенные долины, наблюдается преобладание песчаных и песчано-гравийных отложений.

В поперечных разрезах через синклинальную структуру наблюдается резкий переход крутых крыльев в широкую и уплощенную приосевую часть, что придает складке коробчатый вид. Глубина синклинали, считая по крайним рабочим угольным пластам, невелика и составляет от 100—280 до 550—780 м. На ее крыльях установлено до 14 тектонических разрывов, амплитуды которых не превышают 20—90 м и быстро затухают по направлению к оси складки. Угольные пласты и углевмещающие породы разбиты двумя хорошо выраженными системами трещин эндокливажа — основного и торцевого. Наиболее трещиноваты породы до глубины 40—50 м; в интервале глубин от 40—50 до 140—160 м их трещиноватость заметно уменьшается, а еще ниже наблюдаются лишь отдельные трещины, реже группы трещин, отстоящие на значительных расстояниях друг от друга.

Шахтами разрабатывается 11 угольных пластов интинской свиты, обозначенных снизу вверх индексами с 1 по 11. Мощность пластов изменяется от 0,9 до 3,2 м. Общая мощность продуктивной толщи от 1 до 11 пласта в среднем составляет 452 м. По степени сближенности пласты объединяются в две группы: верхнюю — с пластами 8—11 мощностью около 100 м и нижнюю — с пластами 5—1 мощностью около 143 м. Каждая шахта разрабатывает от одного до пяти угольных пластов. Шахты №№ 1, 4, 5, 9, 10, 11 и 13 производят выемку верхней группы пластов, а шахты № 2, 12 и 14 — нижней. Глубина шахт (на 1963 г.) определяется в 145—260 м.

Общешахтные водопритоки в действующие шахты достигли на начало 1963 г. 990 м³/ч. В обводнении горных выработок принимают участие воды пермских и четвертичных отложений.

Четвертичные образования, исключая аллювий долин рек, и отложения, выполняющие погребенные долины, обводнены слабо. Отложе-

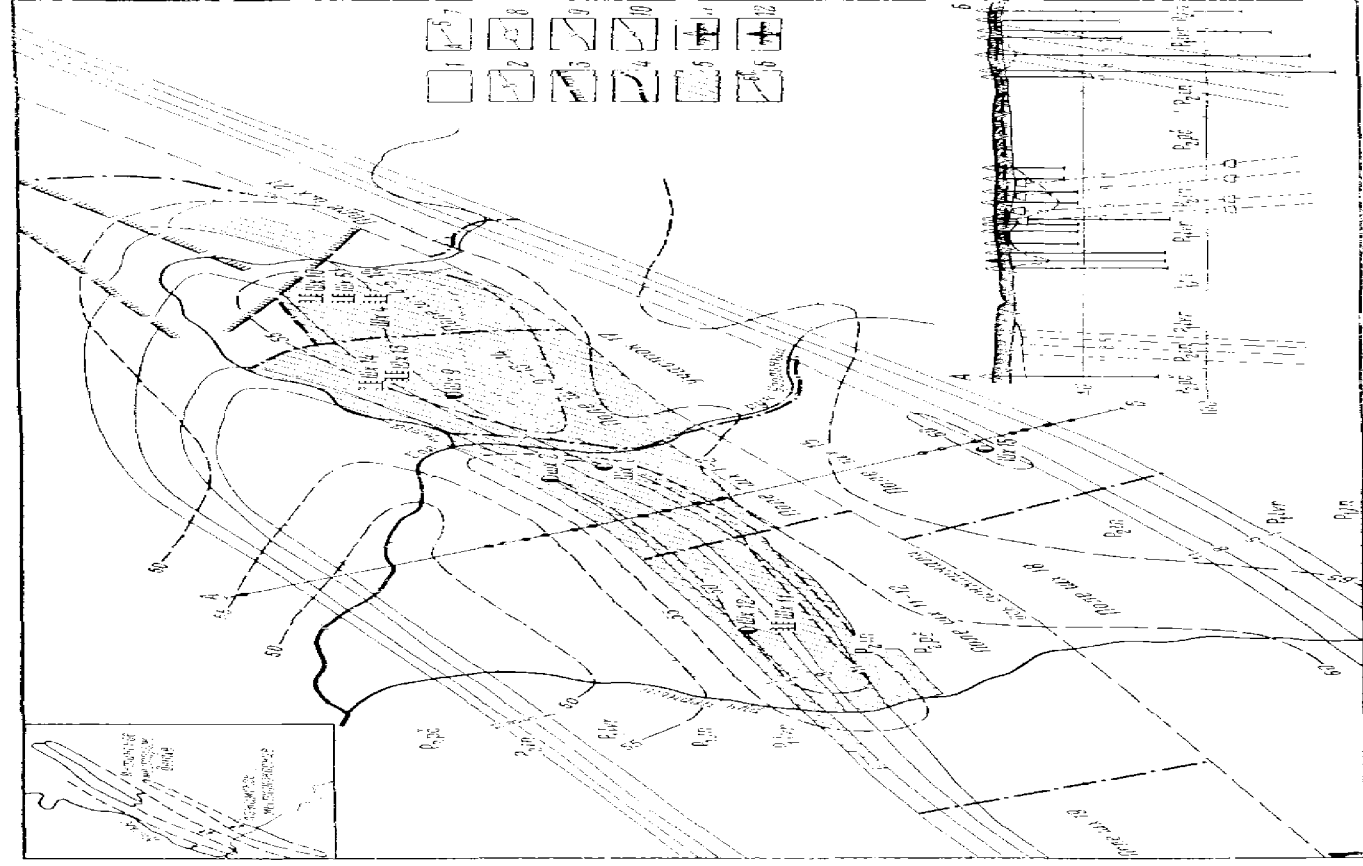


Рис. 28. Стратиграфическая гидрогеологическая карта Иртышского месторождения (составили И. А. Колкин и Н. Б. Казунов)

1 -- границы слоев и свиты; 2 -- палеозойские пласты; 3 -- гидрогеологические нарушения; 4 -- границы пластов; 5 -- стратиграфическое пространство; 6 -- гидрогеологическое пространство по состоянию на 1963 г.; 7 -- линии разреза; 8 -- стратиграфические пласты; 9 -- уровни разреза; 10 -- уровни разреза; 11 -- уровни разреза; 12 -- уровни разреза.

ния погребенных долин аккумулируют значительные статические запасы подземных вод. При подходе шахтных выработок к бортам этих долин часто наблюдались прорывы вод, сопровождавшиеся выносом в забой больших объемов разжиженного грунта. Было отмечено до 10 таких прорывов подземных вод с дебитами, достигающими $65 \text{ м}^3/\text{ч}$. С течением времени водопритоки значительно уменьшались, а в отдельных случаях прекращались. Так, в шахте № 6 после подработки горными выработками древней долины в забой началось поступление воды в количестве $12\text{—}15 \text{ м}^3/\text{ч}$, через три-четыре часа водоприток достиг $60\text{—}65 \text{ м}^3/\text{ч}$, а затем, через три дня, снизился до первоначального расхода. Объем вынесенного песка в выработки составил $120\text{—}150 \text{ м}^3$, причем на поверхности образовалась воронка размером до 8 м в поперечнике и глубиной в 3—4 м. На шахте № 13 после отпала забоя, сопровождавшегося обрушением кровли выработки, из области подработанной долины начала поступать в шахту разжиженная глинистая масса, продвигавшаяся со скоростью 1—2 м в минуту и заполнившая часть призабойных выработок. Через 11—12 часов после изоляции аварийной выработки движение грунтовой массы было остановлено. На поверхности у места прорыва образовалась воронка диаметром до 60 и глубиной 15—16 м. В настоящее время почти все известные погребенные долины подработаны, а под некоторыми, ранее известными, оставлены целики.

Постоянные водопритоки в горные выработки шахт обеспечиваются в основном за счет поступления подземных вод из пермских пород, среди которых наиболее водоносны песчаники и конгломераты. В то же время выделить более или менее обособленные водоносные пласты или группы пластов не представляется возможным вследствие частой изменчивости литологического состава отложений. Водоносность пермских пород зависит от степени их трещиноватости. В зоне развития активных процессов выветривания, где трещины заполнены продуктами их разрушения, водоносность разреза незначительная и характеризуется удельными дебитами скважин $0,1\text{—}0,3 \text{ л/сек}$. Наиболее водоносны породы в интервале от 40—60 до 100—120 м. Удельная производительность скважин для этой части разреза колеблется от 0,3 до $1,0 \text{ л/сек}$. Менее обводнены пермские отложения на глубинах 120—220 м, а ниже наличие водоносных пород практически исключено. Установлено, что трещиноватость, а следовательно, и обводненность горных пород к оси синклинали заметно уменьшается.

По характеру циркуляции подземные воды пермских отложений до глубины 40—60 м являются трещинными, а ниже — пластово-трещинными. Воды напорные. Величины напоров минимальные на выходах водоносных пластов под четвертичные отложения и максимальные на их погружениях у оси синклинали. Уровенная поверхность подземных вод располагается на глубине 2—4 м от отметок дневной поверхности, в общих чертах повторяя ее рельеф. Питание подземных вод происходит за счет атмосферных осадков как в районе месторождения, так и за его пределами (Конжин, 1965).

Подземные воды пермских отложений используются для водоснабжения г. Инты и рабочих поселков с общим расходом до 6,6 тыс. $\text{м}^3/\text{сутки}$. Эксплуатационные скважины расположены как в контуре месторождения, так и за его пределами.

В результате шахтного водоотлива и эксплуатации подземных вод для целей водоснабжения режим последних несколько изменился. В районе расположения эксплуатационных скважин и полосы, занятой горными выработками, образовались депрессионные воронки. В районе шахт их длинные оси вытянуты по направлению простираения гор-

ных пород. Изменение естественного положения урвеной поверхности подземных вод вкрест простирания пород на расстоянии 600—800 м от крайних отработанных пластов практически не наблюдается (см. рис. 28).

В горные выработки шахт вода поступает преимущественно из кровли. При проходке квершлагов и вертикальных стволов водопрооявления наблюдаются из всех литологических разностей, но, как правило, основные притоки дают конгломераты, песчаники, реже алевролиты. При пересечении выработками зон дизъюнктивных нарушений увеличение водопритокков не отмечается. Величины водопритокков в стволы и квершлагы изменялись от 5 до 120 м³/ч. Примерно половина общего числа шахтных стволов пройдена с водопритокками до 10 м³/ч; остальная их часть — с водопритокками 20—50 м³/ч, за исключением двух стволов, в которых притоки составили свыше 100 м³/ч. В настоящее время притоки подземных вод во все стволы и квершлагы не превышают 43 м³/ч, что объясняется значительным дренированием площади месторождения выработками шахт.

Заметное увеличение водопритокков в шахты наблюдается с началом очистных работ и продолжается в основном до их окончания на первом (верхнем) горизонте. При отработке угольных пластов на нижних горизонтах притоки в шахту стабилизируются или уменьшаются. Примером могут служить изменения водопритокков в шахту № 1 (табл. 20).

Таблица 20

Изменение величины водопритокков в шахту № 1 по годам

Горизонты	Притоки по горным выработкам, м ³ /ч							
	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961
1	63,1	58,5	42,7	18,7	19,9	16,8	16,5	6,7
2	48,9	57,3	64,8	79,9	84,5	96,3	57,5	35,6
3	—	—	1,0	2,0	3,1	6,8	14,8	25,2
Итого по шахте	112,0	115,8	108,5	100,6	107,5	119,9	88,8	67,5

Количество воды, поступающей в горные выработки той или иной шахты, различно и колеблется от 27 до 245 м³/ч. Изменения величин водопритокков в зависимости от сезонов года незначительны.

Величина коэффициентов водообильности в 1963 г. по шахтам колебалась от 0,7 до 5,9. Наблюдения за изменением количества водопритокков в шахты, проводившиеся в течение 17 лет (см. рис. 26), указывают на то, что для ряда шахт они относительно постоянны в течение всего эксплуатационного периода. К таковым относятся шахты, не ведущие разработку крайних пластов (нижнего и верхнего) или занимающие центральное положение среди действующих шахт. Рост водопритокков с развитием фронта горных работ отмечается для шахт, отрабатывающих крайние угольные пласты (I и II), или же когда их горные выработки подходят к поверхностным водотокам. Шахты, разрабатывающие нижний (I) или верхний (II) угольные пласты, характеризуются водопритокками свыше 100 м³/ч, тогда как шахты, разрабатывающие средние пласты, имеют водопритокки до 50 м³/ч. Притоки воды в шахты, горные выработки которых проходят под поверхностными водотоками, достигают 166—245 м³/ч. Самой обводненной на месторождении является шахта № 4, увеличение водопритокков в ко-

торую стало отмечаться по мере приближения ее выработок к долине р. Бол. Инты.

Величины водопритокков на 1 км поддерживаемых выработок для шахт месторождения изменяются от 1,3 до 18,7 м³/ч, а удельные водопритокки на 1 га обнаженной поверхности горных выработок — от 0,09 до 1,37 м³/ч. Характерным показателем степени обводненности шахт месторождения является величина водопритокков на 1 км длины отработанного пространства по простиранию (табл. 21).

Таблица 21

Величина водопритокков на 1 км длины отработанного пространства по простиранию на Интинском месторождении

№ шахт	Отрабатываемые пласты	Приток воды, м ³ /ч	Удельный приток на 1 га обнаженной поверхности горных выработок, м ³ /ч	Приток на 1 км длины отработанного пространства по простиранию, м ³ /ч	Приведенный приток с 1 км поддерживаемых горных выработок, м ³ /ч
1	7, 8, 9, 10, 11	104	0,23	54	3,5
2	1, 2, 3, 4, 5, 6	113	0,25	33	3,4
		217	0,26	64	3,4
11	8, 9, 10, 11	166	0,79	46	4,4
12	1, 2, 3, 4, 5	130	0,67	27	4,3
		296	0,73	60	4,4
9	9, 10, 11	93	0,16	36	2,2
13	6, 7, 8	37	0,22	15	2,1
14	4, 5	41	0,48	16	3,7
		171	0,22	67	2,4
4	11	245	1,37	43	18,7
5	9, 10	34	0,11	9	1,6
10	7, 8	27	0,09	18	1,3
		306	0,40	55	5,6
По месторождению		990	0,37	60	3,9

В целом для месторождения приток на 1 км длины отработанного пространства по простиранию равен 60 м³/ч. Для отдельных групп шахт эта величина изменяется от 55 (шахты № 4, 5, 10) до 67 м³/ч (шахты № 9, 13, 14).

Гидрогеология разведанных угольных месторождений

Воргашорское месторождение

Воргашорское месторождение расположено в непосредственной близости от Воркутского (см. рис. 21). В 1965 г. на месторождении начато строительство первой шахты мощностью 4,5 млн. т и в ближайшие годы проектируется заложение еще трех шахт общей производительностью 12 млн. т.

Поверхность месторождения представляет собой слабо всхолмленную равнину, занятую многочисленными торфяниками и озерами термокарстового происхождения. Месторождение находится в области распространения мерзлых пород, которые занимают около 70—80% его площади. Максимальная глубина залегания мерзлых пород дости-

гает 145 м. Средняя мощность их составляет 70—90 м и практически равна мощности четвертичных отложений.

Талики приурочены в основном к долинам поверхностных водотоков, крупным озерам и полосам стока.

Четвертичные отложения мощностью от 10—20 м на севере до 100—183 м на юге сложены валунными суглинками с включением песчано-гравийных линз. Пермские отложения представлены песчаниками, алевролитами, аргиллитами и углями. Основная промышленная угленосность приурочена к интинской и лекворкутской свитам. Первые четыре шахты будут разрабатывать один угольный пласт рудницкой подсвиты лекворкутской свиты.

По литологическому составу породы рудницкой подсвиты отличаются от подстилающих и вышезалегающих отложений увеличенным содержанием (до 50%) крупно- и среднезернистых песчаников. Слои песчаников достигают значительной (20—40 м) мощности и хорошо выдерживаются по площади месторождения.

Месторождение представляет собой синклинальную структуру, южная часть которой относится к Усинскому угольному месторождению. В целом простое геологическое строение месторождения местами осложнено тектоническими нарушениями с амплитудами разрывов от нескольких единиц до 400 м. В пределах месторождения водоносными являются четвертичные и пермские отложения.

Четвертичные отложения обводнены не повсеместно. Наибольшим распространением пользуются воды, приуроченные к песчано-гравийным образованиям, залегающим на контакте с пермскими отложениями. Водоносность этих пород, характеризующаяся удельными дебитами скважин от 0,2 до 2,6 л/сек, изменяется по площади в широких пределах. Воды напорные, их пьезометрическая поверхность располагается близко к отметкам поверхности земли. Подземные воды, связанные с песчаными линзами в суглинках верхней и средней частей разреза четвертичных отложений, пользуются ограниченным распространением.

В разрезе пермских отложений выделяется ряд водоносных слоев различной мощности и значительного распространения. Подземные воды циркулируют в массиве горных пород по сети трещин. Воды напорные и их уровни располагаются вблизи дневной поверхности. Скважины, пробуренные в долинах рек, иногда фонтанируют. Степень водоносности пород зависит от характера их трещиноватости. Наиболее водоносны песчаники, которые разбиты крупными, часто открытыми трещинами. Для углей и аргиллитов характерна сеть мелких «волосных» трещин. По мере увеличения глубины залегания пермских пород наблюдается уменьшение степени их трещиноватости и водоносности. Наиболее водоносны отложения, залегающие до глубины 150—170 м. Зоны дизъюнктивных нарушений нередко безводные вследствие засоренности трещин мелкоземом. Наибольшей водоносностью характеризуются отложения рудницкой подсвиты, в разрезе которой выделяются мощные и сравнительно хорошо выдержанные по площади слои песчаников. Удельные расходы скважин, пройденных в отложениях рудницкой подсвиты, достигают 4—5 л/сек, но обычно составляют 1,0—1,5 л/сек. Средние удельные дебиты скважин, пробуренных в отложениях, перекрывающих (интинская свита) и подстилающих (аячягинская подсвита) рудницкую подсвиту, составляют 0,3—0,5 л/сек. При эксплуатации месторождения выработки шахт будут обводняться преимущественно за счет подземных вод пермских отложений. Ожидаемые водопритоки в проектируемые шахты — от 800 до 1500 м³/ч.

В аналогичных гидрогеологических условиях находится Усинское месторождение.

Сейдинское месторождение

Сейдинское месторождение расположено к югу от Воркутского, на восточном крыле Косью-Роговской мегасинклинали (см. рис. 21).

Месторождение находится в области островного распространения мерзлых пород, занимающих, по-видимому, около 40—50% его площади. Мощность массивов мерзлых пород в среднем составляет 30—40 м. Разведано предварительно.

В геологическом строении месторождения принимают участие отложения четвертичного, верхнемелового и пермского возраста. Четвертичные отложения представлены суглинками, вмещающими гравийно-галечные линзы. Верхнемеловые осадки, сложенные глинами, глауконитовыми и опоковидными песчаниками и алевролитами, имеют мощность от 0 до 230 м. Пермские отложения представлены терригенными породами печорской серии. Основные угольные пласты рабочей мощности залегают в ее нижней части. Структура месторождения изучена слабо и то лишь в пределах восточного крыла складки, где залегание пород спокойное (с углами падения 3—8°).

Подземные воды четвертичных отложений пользуются ограниченным развитием; так же как и в Воргашорском месторождении, водоносными являются преимущественно песчано-гравийные отложения, залегающие в основании разреза толщи.

Меловые отложения значительно обводнены в южной и восточной частях месторождения, где их мощность достигает 150—230 м. Водоносными являются трещиноватые песчаники, реже алевролиты. Воды напорные. Величины напоров изменяются от 16 до 80 м. Удельные дебиты скважин определяются в 3,6—12 л/сек.

Подземные воды, приуроченные к разрезу пермских отложений, встречены большим количеством скважин. Водоносными являются пакки песчаников и конгломератов, залегающие в кровле большинства угольных пластов. Удельные дебиты скважин изменяются в широких пределах — от 0,13 до 12,5 л/сек.

Сейдинское месторождение по сравнению с другими месторождениями бассейна является наиболее обводненным и в гидрогеологическом отношении изучено слабо.

Гидрогеология законсервированных угольных месторождений

Кожимское месторождение

Кожимское месторождение расположено к югу от Интинского, на замыкании Инта-Кожимской синклинальной структуры (см. рис. 21). С 1942 по 1961 г. оно эксплуатировалось шахтой № 1—2, которая разрабатывала три угольных пласта.

Поверхность района месторождения равнинная. Мерзлые породы встречаются крайне редко и лишь под торфяными буграми. В геологическом строении месторождения принимают участие угленосные породы пермского возраста и четвертичные образования. Последние представлены в основном суглинками, реже песчано-гравийными отложениями. Мощность четвертичных отложений в среднем составляет 6 м, увеличиваясь в долине р. Бол. Седь-Иоль до 23 м.

Пермские отложения представлены переслаивающимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами и пластами угля. Промышленная угленосность приурочена к отложениям интинской свиты.

В обводнении шахты принимали участие как поверхностные воды р. Бол. Седь-Июль, так и подземные. Средние водопритоки в шахту за последние 10 лет изменялись от 50 до 250 м³/ч.

Среди пород четвертичного возраста наиболее водоносны песчано-гравийные отложения, выполняющие древние долины рек. Прорывы вод в шахту из участков древних долин приводили к авариям. Большой прорыв произошел осенью 1950 г., когда выработка шахты встретила водоносные галечники. Дебит водопритоков в шахту достигал 330 м³/ч. В результате прорыва была частично разрушена крепь штрека и вынесено в выработки большое количество песчано-глинистого материала. На поверхности шахты у места прорыва образовалась воронка диаметром до 15 м и глубиной до 6 м. В 1951 г. в паводковые периоды или во время интенсивного выпадения атмосферных осадков поверхностные воды через эту воронку поступали в шахту. На этом же участке имели место еще два прорыва подземных вод, приуроченные к паводковым сезонам года.

Водопритоки в шахту из пермских отложений были умеренными и обычно не превышали 5—10 м³/ч. Только после посадки лав они иногда увеличивались до 15—20 м³/ч. Коэффициент водообильности шахты за последние 10 лет ее эксплуатации был в среднем равен 5.

Еджид-Кыртинское месторождение

Еджид-Кыртинское месторождение расположено на правом берегу р. Печоры в 20 км выше устья р. Шугор (см. рис. 21). С 1933 г. разрабатывалось пятью мелкими шахтами. В 1957 г. в связи с нерентабельностью добычи угля и ограниченностью запасов эксплуатация месторождения прекратилась.

Месторождение приурочено к обоим крыльям Еджид-Кыртинской антиклинальной складки, имеющей меридиональное направление. Продуктивная толща, представленная переслаивающимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами и пластами угля, относится к низам визейского яруса. Отложения карбона почти повсеместно перекрыты породами четвертичного возраста мощностью от нескольких единиц до 50 м.

В тектоническом отношении месторождение сложное и изучено недостаточно. Антиклинальная складка является асимметричной — ее западное крыло почти на всем протяжении опрокинато к западу и разбито дизъюнктивными нарушениями; на восточном крыле наблюдается относительно спокойное залегание пород под углом 40—60°. Складка вкрест ее простираения пререзается долинами рек Шугора, Подчерема и ряда более мелких водотоков.

Гидрогеологические условия месторождения изучены недостаточно (Войновский-Кригер, 1944). Здесь в разрезе четвертичных и каменноугольных отложений можно выделить четыре различные по водоносности толщи.

Четвертичные отложения слабоводоносны, что объясняется преобладанием в разрезе толщи тяжелых суглинков. Притоки воды в выработки из четвертичных отложений не превышали 0,1—0,5 м³/ч.

В каменноугольных отложениях выделяются три водоносные толщи: первая приурочена к известнякам визейского яруса, вторая — к углевмещающим отложениям, третья — к известнякам турнейского яруса. Подземные воды, связанные с известняками, являются трещинно-карстовыми, а воды угленосных отложений — трещинно-пластовыми. Наиболее водоносны визейские известняки, которые закарстованы более значительно, чем турнейские. Карстопроявления отмечаются как на поверхности, так и на глубине. Коэффициент активности

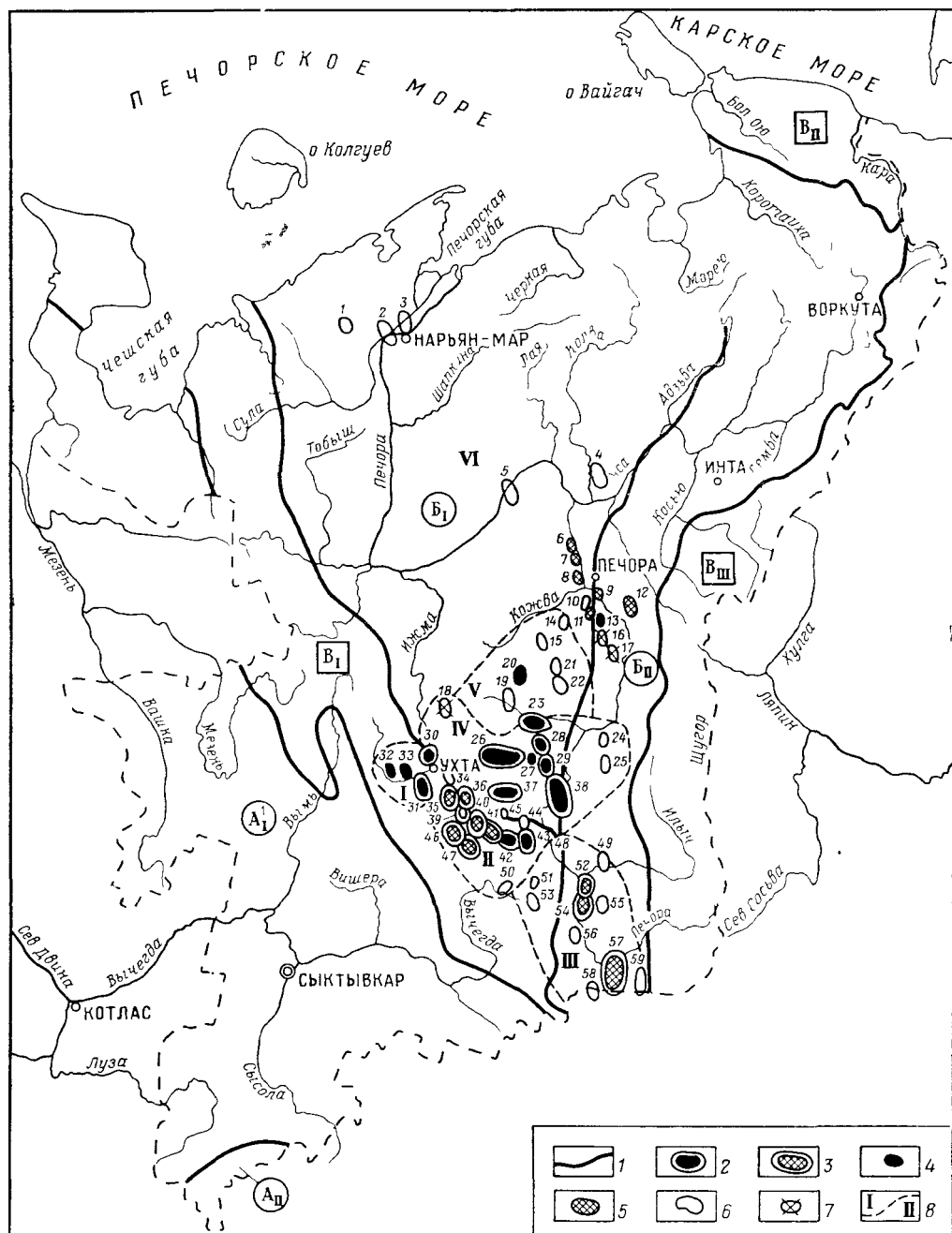


Рис. 29. Схематическая обзорная карта расположения нефтяных и газовых месторождений Тимано-Печорской провинции. Составил Б. Н. Любомиров, 1965 г.

1 — границы между системами артезианских бассейнов и системами бассейнов трещинных вод; 2 — нефтяные месторождения, 3 — газовые месторождения; 4 — разведочные площади с установленной промышленной нефтегазоносностью; 5 — разведочные площади с установленной промышленной нефтегазоносностью; 6 — разведочные площади с неустановленной промышленной нефтегазоносностью; 7 — разведочные площади, прекращенные разведкой; 8 — границы между группами месторождений

Группы месторождений: I — Ухтинского района; II — Верхне-Ижемского и Омра-Сойвинского районов; III — юго-западной части Верхне-Печорской впадины Предуралья и прилегающих площадей; IV — южной части Ижма-Печорской впадины, V — центральной части Ижма-Печорской впадины; VI — района Печора-Малоземельского вала и прилегающих площадей

карста, по-видимому, невелик, так как полости выщелачивания обычно заполнены песчано-глинистой известковистой рыхлой массой с обломками известняка. Среди известняков турнейского и визейского ярусов встречаются прослойки глинистых сланцев и глин, что затрудняет гидравлическую взаимосвязь между водоносными слоями. Взаимодействие между подземными водами, приуроченными к отложениям визейского и турнейского ярусов, практически отсутствует, так как в разделяющей их угленосной толще на контакте с визейскими известняками залегают пестроцветные глины мощностью от 8 до 25 м, а на контакте с турнейскими известняками — аргиллито-глинистая толща мощностью 25—40 м. Эти условия исключают непосредственную взаимосвязь водоносных толщ вкрест простирания структуры, в связи с чем, несмотря на относительную близость р. Печоры, ее дренирующее влияние было незначительным. Уровенная поверхность подземных вод в пределах месторождения располагается в среднем на 60—80 м выше уровня р. Печоры. Основное дренирование площади, по-видимому, осуществляется реками Шугор и Подчерем, так как движение подземных вод направлено по простиранию структуры.

Отложения, вмещающие основные угольные пласты и представленные преимущественно аргиллитами и алевролитами, водоносны незначительно.

Водопритоки в горные выработки угленосной толщи составляли на шахте № 1—10 м³/ч, шахте № 2 — до 10 м³/ч, шахте № 3 — до 45 м³/ч и шахте № 5 — до 8—10 м³/ч. Увеличение водопритоков в шахты до 200—400 м³/ч наблюдалось при подработке незатампонированных стволов скважин, вскрывших водоносную толщу турнейских известняков, а также при посадке лав, когда зона обрушений достигала водоносных известняков. С целью предотвращения прорывов подземных вод из известняков на шахтах применялась система камерных целиков, в которых оставалось до 70% подготовленных к выемке запасов.

2. ГИДРОГЕОЛОГИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Общая характеристика

Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции

Коми АССР является основным центром добычи и переработки нефти и природного газа на Северо-Востоке Европейской части СССР. На обширной территории между Тиманом и Уралом выявлено около 30 месторождений нефти и газа (рис. 29). Подавляющее большинство выявленных месторождений сосредоточено в южной, наиболее изученной части Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Основные перспективы открытия новых крупных месторождений в настоящее время связываются с ее северными районами, где широко проводятся поисковые и разведочные работы.

Месторождения и разведочные площади 1 — Седухинская, 2 — Городецкая, 3 — Нарьян Марская, 4 — Усинская, 5 — Мутно Материковая, 6 — Южно Листвиничная, 7 — Песчанская, 8 — Печоро Кожвинская, 9 — Печоргородская, 10 — Каменская, 11 — Кырта Иольская, 12 — Аранецкая, 13 — Югидское, 14 — Чикшинская, 15 — Каджеромская, 16 — Сопляская, 17 — Войская, 18 — Айювинская, 19 — Ира Иольская, 20 — Лемъюская, 21 — Исаковская, 22 — Восточно Лемъюская, 23 — Мичаюское, 24 — Средне Вуктыльская, 25 — Нижне Вуктыльская, 26 — Ваньюское и Западно Тэбукское, 27 — Вельюское, 28 — Северо Савиноборское, 29 — Восточно Савиноборская, 30 — Чибьюское, 31 — Ярегское, 32 — Нижне Чутинское, 33 — Водный Промысел, 34 — Нямедская, 35 — Куш Коджское, 36 — Северо-Седьюльское, 37 — Джьерское, 38 — Пашинское, 39 — Розьдинское, 40 — Седьюльское, 41 — Нибельское, 42 — Верхне Омринское, 43 — Нижне Омринское, 44 — Кедровская, 45 — Кына Иольская, 46 — Изъосыгоринское и Западно Изъосыгоринское, 47 — Войвожское, 48 — Троицко Печорское, 49 — Илычская, 50 — Эжвадорская, 51 — Ягтыдинская, 52 — Джебольское, 53 — Северо Мыльнская, 54 — Южно Джебольское, 55 — Восточно Пальюская, 56 — Тыбьюская, 57 — Куринское, 58 — Еловская, 59 — Патраковская

Основные промышленные запасы нефти и газа приурочены к терригенной части среднего и низов верхнего девона (более 90% геологических запасов). Значительно реже встречены залежи нефти и газа в породах иного возраста: силурийских и фаменских известняках (месторождения Нижне-Омринское и Западно-Тэбукское); турнейских песчаниках (Джебол); визейских песчаниках (Югид); газ из отложения яснополянского надгоризонта визейского яруса получен на Печорогородской структуре; газовые залежи в отложениях нижней перми установлены в Верхне-Печорской впадине (Курьинское и Нижне-Вуктыльское месторождения). Относительно небольшие залежи нефти обнаружены в верхнепермских отложениях на юге Печорской впадины (Вельюская, Лемъюская, Исаковская) и газа на Печорогородской, Печоро-Кожвинской и Аранецкой структурах.

Различного рода нефтегазопроявления установлены практически по всему вскрытому скважинами разрезу — от метаморфических сланцев фундамента до отложений верхней перми, а на севере региона — до мезозойских включительно.

Все выявленные месторождения нефти и газа расположены в пределах Печорского и Печора-Предуральского артезианских бассейнов и в южной части Канино-Тиманского бассейна трещинных вод. Перспективы нефтеносности Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна по состоянию его современной изученности неясны. Северо-Уральский и Пайхойский бассейны трещинных вод и большая часть севера Канино-Тиманского бассейна являются малоперспективными в отношении газо-нефтеносности.

На территории рассматриваемого региона условно выделяются шесть групп месторождений и разведочных площадей (см. рис. 29): 1) Ухтинского района (I); 2) Верхне-Ижемского и Омра-Сойвинского районов (II); 3) района юго-западной части Верхне-Печорской впадины Предуральского прогиба и прилегающих площадей (III); 4) Южной части Ижма-Печорской впадины (IV); 5) Центральной части Ижма-Печорской впадины — Лемъю-Ирайольский район (V) и 6) района Печора-Малоземельского вала и прилегающих площадей (VI).

Группы выделены в основном по территориальному признаку с учетом специфических особенностей залегания водовмещающих толщ, условий циркуляции подземных вод, характера нефтепроявлений и ряда других факторов.

Первые две группы объединяют месторождения нефти и газа старых эксплуатационных районов, в настоящее время в значительной степени выработанных. Различаются они в основном глубиной залегания единственного в этих районах продуктивного комплекса — терригенного девона (иногда с включением подстилающих пород силура или фундамента). В первой группе (Ухтинского района) продуктивные песчаники среднего девона и нижнефранского подъяруса верхнего девона в пределах месторождений залегают в среднем на глубине 50—400 м, а во второй — на глубине 600—1200 м. Следовательно, эти две группы месторождений отличаются одна от другой главным образом по степени гидрогеологической закрытости продуктивных толщ.

В группе месторождений Верхне-Печорской впадины и смежных площадей продуктивны не только девонские, но и нижнекаменноугольные терригенные и нижнепермские терригенно-карбонатные отложения, залегающие на глубинах соответственно 1500—5000 (максимальная вскрытая глубина 2200), 700—1600 и 400—600 м. Продуктивная толща терригенного девона перекрывается 150—400-метровой толщей карбонатных отложений верхнего отдела системы; песчаники турне и визе — глинисто-карбонатными отложениями среднего и верхнего отделов

карбона мощностью от десятков до сотен метров; нефтегазоносные песчаники и известняки артинского, сакмарского и ассельского ярусов — эвапоритовыми породами кунгура мощностью до 600 м или глинисто-мергелистыми отложениями низов верхней перми мощностью до 100 м.

Месторождения южной части Ижма-Печорской впадины содержат два основных продуктивных комплекса: терригенный поддоманиковский ($D_2 + D_3fr$) и карбонатный наддоманиковский ($D_3 + D_{1t}$). Первый комплекс иногда включает и подстилающие доломиты силура (Западный Тэбук). Глубины залегания кровли комплексов соответственно равны 2200—3300 и 1400—1650 м.

В группе месторождений центральных частей Ижма-Печорской впадины (Лемъю-Ираиольский район) основной продуктивный комплекс связан с песчаниками уфимского и казанского ярусов верхней перми, залегающими на глубине 600—700 м. Поддоманиковые и наддоманиковые комплексы, хотя здесь и широко развиты, но крупных залежей нефти и газа не содержат. Глубина их залегания примерно 2200 (для первого) и 1200 м (для второго). Верхнепермские продуктивные песчаники перекрываются более глинистой пачкой верхней части казанского яруса мощностью до нескольких сот метров.

Шестая группа объединяет новые месторождения нефти и газа, открытые в последние годы в северных районах Тимано-Печорской провинции, а также некоторые давно известные небольшие залежи в малоизученных районах Печора-Малоземельского вала. Сведения о гидрогеологии этих месторождений весьма ограничены. Продуктивные здесь терригенные отложения девона, нижнего карбона и верхней перми и карбонатные породы верхнего девона и нижней перми. Поддоманиковая продуктивная толща девона залегает на глубинах свыше 3300 м (Печоргородская площадь), а карбонатного верхнего девона — на глубинах примерно 2600 м (Усинская площадь). Визейские песчаники продуктивны на площадях Печоргородской зоны на глубинах 700—2500 м. Нижнепермская продуктивная толща залегает на глубинах 600—1800 м, а кровля верхнепермской толщи располагается на глубинах от нескольких десятков метров до 1600—1700 м; ее перекрывают четвертичные и мезозойские отложения.

Степень гидрогеологической изученности разреза продуктивных отложений неодинакова. Наиболее изучены поддоманиковые терригенные отложения девона, с которыми, как указывалось выше, связаны наиболее крупные месторождения нефти и газа. Водоносные горизонты продуктивной толщи девона в большинстве случаев являются гидравлически связанными между собой, что подтверждается близкими положениями статических уровней водоносных горизонтов. На это указывает близость состава пластовых вод, нефтей и растворенных или свободных газов и практически одинаковое гилсометрическое положение водо-нефтяного контакта в соседних по разрезу залежах. Изученность подземных вод других нефтегазоносных интервалов разреза более слабая. Наименее изучены гидрогеологические условия относительно недавно открытых месторождений, связанных с пермскими отложениями.

Гидрогеология нефтяных залежей и разведочных площадей

Однообразный солевой состав пластовых вод продуктивной части разреза позволяет дать гидрогеологическую характеристику водовмещающих толщ не отдельно по каждому месторождению, а в целом для каждой группы месторождений. Описание водоносных комплексов

и горизонтов ведется от стратиграфически более высоких горизонтов к более низким, т. е. в той последовательности, в которой осуществляется их проходка при бурении скважин.

Первая группа — месторождения Ухтинского нефтедобывающего района (1). Эта группа объединяет Ярегское, Чибьюское и Нижне-Чутинское нефтяные месторождения, а также месторождение минеральных вод «Водный промысел», расположенное в нескольких километрах от Ярегского месторождения.

Месторождения приурочены к локальным осложнениям крупной структуры второго порядка (относительно Тимана) — Ухтинской антиклинальной складки. Наиболее значительным месторождением является Ярегское, приуроченное к своду этой складки северо-западного направления, длиной более 80 км и шириной до 40 км. Продуктивный горизонт — толща песчаников среднего девона мощностью около 30 м — залегает на глубине до 250 м непосредственно на метаморфических сланцах фундамента, обычно сильно трещиноватых в верхней части. Характерна интенсивная тектоническая нарушенность как самой продуктивной толщи (пласт III местной номенклатуры), так и вышележащих отложений: глинисто-песчано-туффито-диабазовой пачки живецко-пашийских пород и преимущественно глинистых кыновско-саргаевских. Остальные нефтяные месторождения этого района — Чибьюское и Нижне-Чутинское — значительно меньше Ярегского и связаны с относительно небольшими песчано-галечниковыми линзами в пашийских и саргаевских отложениях. В настоящее время эти месторождения являются выработанными.

Особое положение занимает месторождение минеральных вод «Водный промысел», расположенное в пределах северной периклинали Ухтинской складки, в нескольких километрах к северо-западу от Яреги. Здесь длительное время добывался природный газ и сильноминерализованные воды из толщи метаморфических сланцев фундамента. Залегать массивная, приуроченная к древнему эрозионному выступу фундамента.

В пределах Ухтинского района выделяются несколько местных водоносных комплексов и горизонтов, различающихся между собой по водообильности, гидростатическому напору, составу вод и растворенных в них газов.

Водоносный комплекс, приуроченный к толще карбонатных отложений верхнего девона, располагается в непосредственной близости от дневной поверхности и частично дренируется долинами рек Доманик, Лыя-Иоль и Вежа-Вож. Водообильность толщи значительна и обусловлена сильной трещиноватостью и закарстованностью вмещающих пород. По мере возрастания глубины залегания подземных вод наблюдается увеличение напора и фонтанирование части скважин.

Пресные воды на абс. отметке плюс 50—70 м сменяются солоноватыми и солеными и в их составе появляется хлорид натрия. На глубине 460 м минерализация достигает 44 г/л, а в составе растворенных солей наряду с накоплением хлорида натрия появляется хлорид кальция и магния. Отношение $\frac{r_{\text{Cl}} - r_{\text{Na}}}{r_{\text{Mg}}}$ увеличивается от 0,40 до 1,74—2,71, что свидетельствует о росте метаморфизации подземных вод.

Располагающийся ниже по разрезу водоносный горизонт первого пласта кыновской свиты верхнего девона встречен на площадях Чибьюского промысла и Чутинских разведочных участков. Водоносный горизонт обладает значительным напором, обеспечивающим слабый перелив некоторых скважин, но дебиты последних незначительны и при понижении уровней на 100—150 м не превышают нескольких

м³/сутки. Различная степень минерализации пластовых вод (25—79 г/л) зависит от глубины залегания водоносного горизонта.

Широко распространенный в районе Ярегских шахтных полей водоносный горизонт пласта «А» (кыновская свита) характеризуется высокой водообильностью. Дебиты отдельных скважин или горных выработок изменяются от 20—30 до 1200—1400 м³/сутки (максимальный приток был получен при проходке вентиляционного ствола первой шахты). Водоносный горизонт характеризуется довольно высоким положением статического уровня (абс. отметки достигают 140—146 м). Питание его осуществляется преимущественно за счет атмосферных осадков, проникающих через четвертичные отложения в сводовой части залежи. Горизонт содержит солоноватые (2—7 г/л), реже рассольные (93 г/л) воды пестрого состава, для которых отношение $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}}$ изменяется в весьма широких пределах (0,70—1,62).

Незначительную роль в водном балансе терригенных отложений девона играет водоносный горизонт, приуроченный к II пласту (в этом районе — пашийские слои) и проявивший себя в процессе эксплуатации Чибыюского месторождения уже после значительного истощения его начальных запасов нефти. На глубине около 400 м это сильно-минерализованные воды ($M_{92} \frac{Cl_{100}}{Na_{69} Ca_{26} Mg_5}$), обладающие высокой степенью метаморфизации ($\frac{r_{Na}}{r_{Cl}} = 0,70—0,67$; $\frac{r_{Cl} - r_{Na}}{r_{Mg}} = 6,47—8,19$), что свидетельствует о хорошей гидрогеологической закрытости данной части разреза.

Залегающий ниже водоносный горизонт приурочен к туффитам и диабазам и характеризуется локальным распространением и слабой водообильностью. Незначительные дебиты отдельных водопроявлений сопровождаются быстрым истощением статических запасов водных скоплений, обычно изолированных от других обводненных участков. Отличительной особенностью этих вод является их пестрая минерализация (37—115 г/л) и наличие небольшого количества сульфатов, отсутствующих в водах водоносных горизонтов, расположенных ниже.

Водоносный комплекс преимущественно терригенных отложений девонского возраста, содержащий несколько водоносных горизонтов, завершается в нижней своей части водоносным горизонтом III пласта, приуроченным к базальным отложениям среднего девона. Основные скопления подземных вод III пласта приурочены к порам и трещинам преимущественно песчаных отложений. В зависимости от степени трещиноватости пород их водообильность резко изменяется. В нефтяных шахтах притоки воды в горные выработки и скважины подземного бурения обычно невелики, несколько кубических метров в сутки, а в зонах тектонических нарушений они достигают сотен и тысяч кубических метров в сутки (уклоны I, II и IV первой нефтяной шахты). Крупные притоки воды обычно сопровождаются бурными газовыделениями.

Интенсивная тектоническая нарушенность слоев привела к образованию в пределах Ярегского месторождения изолированных блоков*, характеризующихся различной водообильностью и неодинаковыми гидродинамическими режимами.

Степень минерализации вод III пласта зависит от геолого-тектонических условий отдельных блоков и удаленности от областей пита-

* Утверждение авторов о наличии в пределах Ярегского месторождения гидравлически обособленных блоков является дискуссионным — Прим ред

ния. По характеру солевого состава ($M_{37} \frac{Ca 100}{Na 73 Ca 15 Mg 12}$), степени метаморфизации ($\frac{r_{Na}}{r_{Cl}} = 0,76-0,87$; $\frac{r_{Cl}-r_{Na}}{r_{Mg}} = 1,39-2,86$) и составу растворенных газов: $CH_4 = 92-97\%$ (по объему); $C_2H_6 + \text{высш.} = 0,14-0,80\%$; $N_2 = 1,10-2,30\%$; $\frac{He}{Ar} = 0,08$ воды III пласта близки к водам метаморфических сланцев, с которыми они имеют отчетливую гидравлическую связь и за счет которых пополняют свои запасы, особенно после начала эксплуатации месторождения. На связь вод III пласта с водами метаморфических сланцев указывает и совпадение их статических уровней до начала эксплуатации, что было отмечено Н. Н. Тихоновичем на площади Ярегского месторождения.

В результате длительной эксплуатации скважин водного и нефтяного промыслов в районе указанных площадей образовалась большая депрессионная воронка, обусловившая значительное снижение дебита эксплуатационных скважин. Последнее обстоятельство привело к замене водонапорного режима гравитационным и создало на некоторых участках благоприятные условия для проникновения в пласт поверхностных вод.

Наиболее интенсивное обводнение III пласта в районе Ярегского месторождения, по-видимому, связано с большим Ярегским сбросом, находящимся в 3—5 км западнее шахтных полей 2-й и 3-й шахт. Поступающие в III пласт напорные воды метаморфических сланцев обусловили значительное смещение нефтяной залежи Ярегского месторождения в сторону северо-восточного крыла структуры и наклонное положение водо-нефтяного контакта.

Характерной гидрогеологической особенностью месторождений Ухтинской группы является относительно небольшая глубина залегания продуктивных отложений и связанная с этим недостаточная закрытость структур, заключающих нефтегазоносные или водоносные толщи. В то же время повсеместное перекрытие продуктивных терригенных отложений глинистыми породами кыновского горизонта создает затрудненные условия для местного питания подземных вод продуктивной толщи. По всей вероятности, инфильтрационные воды частично поступают в нее транзитом через трещиноватые метаморфические сланцы верхней зоны фундамента из осевой части Тимана, где эти породы выходят на поверхность. Такое предположение хорошо согласуется с специфическим химическим составом подземных вод Ухтинского района, содержащих ряд различных компонентов (соли, инертные газы и др.) глубинного происхождения, вероятным источником пополнения которых следует считать толщу метаморфических сланцев. Значительная пестрота степени минерализации и химического состава подземных вод продуктивных отложений обусловлена различной глубиной залегания водовмещающих толщ и ограниченной возможностью перемещения пластовых вод вследствие сложного геологического строения района.

Отличительной чертой почти всех горизонтов и комплексов подземных вод Ухтинской группы месторождений является их бессульфатность.

Вторая группа — промысловые площади Верхне-Ижемского и Омра-Сойвинского районов — объединяет преимущественно газовые месторождения — Нямедское, Куш-Коджское, Розьдинское, Северо-Седьиольское, Седьиольское, Изкосьгоринское и Западно-Изкосьгоринское, а также газонефтяные Войвожское, Нибельское, Верхне-Омринское, Нижне-Омринское и разведочные площади Кедровскую и Кына-Иольскую.

Нямедское, Куш-Коджское, Северо-Седьиольское, Войвожское и Нибельское месторождения расположены к юго-востоку от Ухтинской складки, вдоль крупного Ижемского сброса и приурочены к антиклинальным структурам различных размеров — от 12×2 до 20×4 км с амплитудами поднятий сводовых частей от 30—40 до 70—80 м

Нижне-Омринское и Верхне-Омринское месторождения располагаются в пределах крупного Омра-Сойвинского выступа фундамента, отражающегося в осадочном чехле серией мелких куполов и впадин на общем фоне поднятия. По данным М. Ш. Моделевского и П. Н. Максимова, площадь выступа около 360 км^2 . Размеры куполов обычно не превышают нескольких квадратных километров. Западно-Изкозьгоринское и Розьдинское месторождения приурочены к заливообразным зонам выклинивания песчаников III и II пластов вдоль восточного склона крупной Ижемской складки.

Наиболее крупными месторождениями являются Седьиольское, Нибельское, Войвожское и Нижне-Омринское. Остальные месторождения мелкие.

Основными продуктивными горизонтами являются песчаные отложения III и II пластов эйфельского яруса, пластов I-в и I-г живетского яруса и пластов I-б и I-а пашийского горизонта, залегающие на глубинах от 600—700 м в более западных месторождениях (Нямедь, Куш-Кодж и др.) и до 1000—1300 м — в восточных (Нижняя Омра).

В районе указанных месторождений установлено значительное количество водоносных толщ. Верхним водоносным комплексом в пределах вскрытого разреза является нижнепермско-каменноугольный, приуроченный к карбонатным отложениям нижней перми и карбона. Нижнепермские отложения развиты только на востоке рассматриваемой территории, где водоносные породы залегают на малых глубинах в пределах зоны активного водообмена. Они вмещают преимущественно пресные, реже слабоминерализованные воды. Воды, связанные с отложениями каменноугольного возраста, имеют значительно более широкое распространение и встречены многочисленными скважинами.

По характеру циркуляции они относятся к напорным трещинно-карстовым водам. Переливы, порой переходящие в фонтанирование, приурочены в основном к скважинам, расположенным по долинам рек и лощинам. Расходы фонтанирующих скважин изменяются от десятков до нескольких тысяч кубических метров в сутки (скважины поисково-структурного бурения в районе Верхней и Нижней Омры). Температура воды большинства переливающих скважин сохраняется постоянной в течение года, изменяясь в пределах $3,5\text{—}6,5^\circ \text{C}$. Дебиты источников, приуроченных к каменноугольным отложениям, изменяются от нескольких долей до $15\text{—}23 \text{ л/сек}$.

Воды каменноугольных отложений являются пресными или слабосоленоватыми ($0,4\text{—}6,3 \text{ г/л}$), обладают пестрым солевым составом ($M_{12} \frac{\text{SO}_4 48 \text{ Cl } 32 \text{ HCO}_3 20}{\text{Ca } 35 \text{ Mg } 33 \text{ Na } 32}$; $\frac{r \text{ Na}}{r \text{ Cl}} = 1,02\text{—}4,89$) и характеризуют зону активного водообмена. Мощность этой зоны обычно колеблется в пределах 150—250 м и несколько увеличивается на территории Омра-Сойвинского поднятия. В составе растворенных газов преобладают углекислый газ и азот, имеющие воздушное происхождение. В девонском водоносном комплексе воды, встреченные среди карбонатных отложений фаменского яруса, также трещинно-карстовые. Часть скважин при вскрытии этих отложений изливала пресные воды, иногда издававшие запах сероводорода. Воды фаменского яруса, встреченные в пределах описываемой группы месторождений, пресные, реже соло-

новатые, пестрого химического состава, характеризующие собой зону активного водообмена:

$$M_{06} \frac{\text{HCO}_3 95}{\text{Ca } 75 \text{ Mg } 21}; \quad \frac{r \text{ Na}}{r \text{ Cl}} = 2,80.$$

Водоносный горизонт, приуроченный к песчаникам пласта «А» кыновской свиты нижнефранского подъяруса, был встречен большинством скважин на западных структурах. По сравнению с нижерасположенными водоносными горизонтами терригенной части девона (эйфельские, живетские и лашийские отложения) воды кыновской свиты характеризуются значительно меньшей минерализацией (33,9 г/л), но имеют высокую степень метаморфизации:

$$\frac{r \text{ Na}}{r \text{ Cl}} = 0,61 - 0,62; \quad \frac{r \text{ Cl} - r \text{ Na}}{r \text{ Mg}} = 4,3 - 5,9; \quad \frac{\text{Cl}}{\text{Br}} = 184.$$

Широким распространением в пределах рассматриваемой группы месторождений пользуются воды терригенной толщи среднего и низов верхнего девона, к которой приурочены все промышленные залежи нефти и газа. В ряде структур в результате длительной эксплуатации произошло значительное истощение газовых залежей III пласта (Седьиольская, Войвожская и Нибельская структуры), что привело к существенному сокращению контура газоносности при резком падении пластового давления: в 1962—1964 гг. оно составило 7—10% от величины первоначального пластового давления.

Согласно анализам пластовые воды продуктивной терригенной толщи девона принадлежат к однотипным сильнометаморфизированным крепким рассолам, свидетельствующим о хорошей гидрогеологической закрытости недр ($M_{158} \frac{\text{Cl } 100}{\text{Na } 62 \text{ Ca } 30 \text{ Na } 8}; \frac{r \text{ Na}}{r \text{ Cl}} = 0,60 - 0,66; \frac{r \text{ Cl} - r \text{ Na}}{r \text{ Mg}} = 3,90 - 4,70$).

Общей закономерностью для всех месторождений данной группы является увеличение степени минерализации по мере погружения пластов на большие глубины в восточном направлении. Так, в районе Куш-Коджа и Седьиоля на глубинах 666—747 м минерализация пластовых вод составляет 105—123 г/л, а в районах Нижней Омры, Кедровки и Кына-Иоля на глубинах 1050, 1130 и 1252 м она соответственно возрастает до 156, 166 и 181 г/л. В ряде структур (Нибель, Верхняя Омра, Нижняя Омра) в пределах нефтяных и газовых залежей были установлены «водяные включения», обладающие несколько повышенной степенью минерализации относительно контуренных вод. «Водяные включения» приурочены к наименее проницаемым участкам пласта коллектора, где седиментационные воды оказались захороненными в нефтяной (газовой) залежи (Б. Н. Любомиров, 1950 г.).

В составе свободных и растворенных газов наблюдается резкое преобладание метана над азотом ($\text{CH}_4 = 80-94\%; \text{N}_2 = 5,1-18,5\%; \frac{\text{He}}{\text{Ar}} = 2,1-10,3$). В пределах газовых залежей количество тяжелых углеводородов минимально (0,37—0,90%), а если газовая залежь окаймляется нефтяной оторочкой, то содержание тяжелых углеводородов возрастает в тем большем количестве, чем больше размеры нефтяной оторочки (1,50—1,77%).

Подземные воды, приуроченные к карбонатной толще силурийских отложений, были вскрыты многочисленными скважинами Нибельского, Верхне-Омринского и Нижне-Омринского месторождений, но опробо-

вание этих вод производилось только в нескольких скважинах. По своей минерализации ($M_{207} \frac{Cl\ 100}{Na\ 58\ Ca\ 32\ Mg\ 10}$) воды карбонатной толщи силура близки к водам подстилающей терригенной толщи кембрия (?) и ордовика. Состав растворенных в воде газов остался не изученным.

Ниже по разрезу располагается водоносный комплекс, приуроченный к терригенной толще, предположительно кембрийского и ордовикского возраста. При испытании его нижней части притоки воды составили в Нижне-Омринской опорной скважине $195\ м^3/сутки$, а в одной из скважин Нибеля — до $500\ м^3/сутки$. Пластовое давление в Нижне-Омринской скважине на глубине $1932\ м$ достигло $197\ атм$, а температура пласта составила всего лишь $+47,5^\circ C$. Верхняя часть водоносного комплекса подвергалась испытанию только в районе Нижней Омры, где в результате тартиания был получен очень незначительный приток пластовых вод ($12—14\ м^3/сутки$).

В гидрохимическом отношении это высокоминерализованные ($M_{202} \frac{Cl\ 100}{Na\ 61\ Ca\ 32\ Mg\ 7}$) и метаморфизированные ($\frac{r\ Na}{r\ Cl} = 0,61—0,62$; $\frac{r\ Cl - r\ Na}{r\ Mg} = 4,98—5,42$; $\frac{Cl}{Br} = 135—149$) крепкие рассолы, свидетельствующие о высокой гидрогеологической закрытости недр. В составе растворенных газов преобладает метан ($64—87\%$) при довольно большом диапазоне в содержании азота ($7,6—34,8\%$). Практически полностью отсутствуют тяжелые углеводороды. Отмечено высокое содержание инертных газов; отношение $\frac{He}{Ar} = 2,60$.

Самый нижний водоносный комплекс вскрытого разреза приурочен к толще метаморфических сланцев. Он подвергался опробованию на западных структурах — Изкосьгоринской и Западно-Изкосьгоринской. В результате испытания этого комплекса (в ряде скважин совместно с III пластом среднего девона) были получены незначительные притоки пластовых вод — несколько кубических метров в сутки, реже десятков.

Воды метаморфических сланцев являются достаточно минерализованными ($M_{65} \frac{Cl\ 100}{Na\ 65\ Ca\ 23\ Mg\ 8}$) и метаморфизованными ($\frac{r\ Na}{r\ Cl} = 0,69$; $\frac{r\ Cl - r\ Na}{r\ Mg} = 4,23$; $\frac{Cl}{Br} = 171$). В составе свободных и растворенных газов продолжает сохраняться, как и в Ухтинском районе, резкое преобладание метана ($88—92\%$) при подчиненном присутствии азота ($6,2—9,5\%$), малом количестве тяжелых углеводородов ($1,04—1,82\%$) и высоком содержании инертных газов. Во второй группе месторождений (Верхне-Ижемский и Омра-Сойвинский районы) все выявленные залежи располагаются на незначительных глубинах (от 640 до $1200\ м$) и имеют надежное перекрытие в виде толщи глин кыновского и саргаевского горизонтов. Месторождения приурочены только к терригенной толще девонского возраста и находятся в условиях хорошей гидрогеологической закрытости. Вышележащие карбонатные отложения девонского и каменноугольного возраста характеризуются высокой степенью закарстованности и проницаемости разреза, и в отношении возможного присутствия залежей нефти и газа являются перспективными.

Пластовые воды, окаймляющие нефтяные и газовые залежи, относятся к категории крепких рассолов выдержанного солевого состава и содержат значительное количество растворенных газов метанового и азотно-метанового состава. В отличие от вод продуктивных горизонтов

Ухтинского района в их составе появляются сульфаты, присутствующие в очень малых количествах по всей продуктивной толще.

Месторождения второй группы уже в значительной мере выработаны и естественный гидрогеологический режим в них нарушен.

Третья группа — район юго-западной части Верхне-Печорской впадины объединяет Троицко-Печорское нефтяное месторождение, Джебольское, Южно-Джебольское и Курьинское газовые месторождения, Восточно-Пальюскую, Эжвадорскую, Ягтыдинскую и Еловскую площади.

Джебольское газоконденсатное месторождение связано с одноименной брахиантиклинальной складкой размером 8×2 км и амплитудой 20 м. Продуктивны карбонатно-терригенные отложения эйфельского и живетского ярусов и пашийского горизонта девона, а также песчаники турнейского яруса нижнего карбона.

Южно-Джебольское газовое месторождение и Тыбьюская площадь приурочены к небольшим по размерам структурным осложнениям моноклинали (структурным носам, террасам). При проходке глубоких скважин на этих площадях отмечались интенсивные нефтегазопоявления из каменноугольных и нижнепермских отложений. Коллекторские свойства девонских и нижнекаменноугольных отложений на юго-восток от Джебола ухудшаются.

Троицко-Печорская и Северо-Мылвинская площади располагаются в зоне западного выклинивания терригенной толщи нижнего турне. На одной из них (Троицко-Печорская) выявлена небольшая газовая залежь в песчаниках IV пачки нижнего турне, на другой (Северо-Мылвинская) — небольшая нефтяная залежь в черепетских песчаниках. Интенсивные нефтепроявления в турнейских отложениях известны и в более западных районах.

Пальюская, Илычская и Еловская площади располагаются в южной части Верхне-Печорской впадины Предуральского прогиба. При бурении глубоких скважин на этих площадях отмечались нефтегазопоявления, но промышленные залежи обнаружены не были.

Курьинское газовое месторождение приурочено к антиклинальной складке размером 15×2 км и амплитудой свыше 300 м, осложненной разрывными нарушениями типа взбросо-надвигов. Продуктивны песчаники и алевролиты артинского и частично кунгурского ярусов, залегающие под ангидритовыми слоями, играющими роль покрышки. Песчаники сильно уплотнены. Газовые скопления приурочены в основном к зоне повышенной трещиноватости в сводовой части складки. Подошвенных вод не встречено, несмотря на продолжительную опытную эксплуатацию месторождения. Северо-Курьинская, Патраковская и другие антиклинальные складки расположены в этой же зоне. Здесь проводилось глубокое и структурно-поисковое бурение на нижнепермские отложения. Промышленные залежи не обнаружены, но были встречены обильные газопоявления в подангидритовых терригенно-карбонатных породах.

В северной части Верхне-Печорской впадины в аналогичной структурной зоне открыто новое газоконденсатное месторождение в известняках артинского яруса — Нижне-Вуктыльское, приуроченное к антиклинальной складке крупных размеров. Высокоперспективна и расположенная южнее Средне-Вуктыльская антиклинальная структура.

Водоносный комплекс пермских отложений терригенного и сульфатно-галогенного состава был вскрыт и опробован в ряде скважин поисково-структурного и глубокого бурения. Наряду с частыми поглощениями глинистого раствора в процессе бурения во многих скважинах наблюдались перепады пресных, солоноватых и соленых вод,

иногда с запахом сероводорода. Средние значения расходов переливающих скважин обычно колебались в пределах 60—100 м³/сутки, достигая иногда 200—250 м³/сутки.

На юге рассматриваемой территории скважины поисково-структурного бурения, как правило, останавливались забоями в пермских отложениях, к нижнему отделу которых приурочены значительные газопроявления и промышленные залежи газа (Курья). Коллекторские свойства пермских отложений, судя по расходам фонтанирующих скважин (от нескольких тысяч до 70—100 тыс. м³/сутки) и притокам пластовых вод к забою скважин (от нескольких единиц до нескольких десятков кубических метров в сутки), следует признать относительно низкими.

По своей минерализации воды пермских отложений изменяются в весьма широких пределах от слабосоленоватых ($M_{17} \frac{Cl 76 HCO_3 21}{Na 80 Ca 15 Mg 5}$) на небольших глубинах до крепких рассолов в непосредственной близости от соляной залежи ($M_{242} \frac{Cl 100}{Na 75 Ca 11 Mg 12}$). Обращает на себя внимание сравнительно невысокая степень метаморфизации этих рассолов ($\frac{rNa}{rCl} = 0,76—1,77$; $\frac{rCl - rNa}{rMg} = 1,0—2,0$; $\frac{Cl}{Br} = 602—1591$). Это обстоятельство позволяет рассматривать высокую соленость подземных вод не как результат протекавших процессов метаморфизации, а как следствие присутствия в разрезе соляной толщи и общей повышенной засоленности отложений.

Состав свободных и растворенных в воде газов является преимущественно метановым (CH₄ = 85—88%; C₂H₆ = 5,6—6,2%; N₂ = 6,2—7,6%), но в отдельных случаях были получены газы и метаново-азотного состава (CH₄ = 34,3%; C₂H₆ + высш. = 4,05%; N₂ = 60,5%). Для всех отобранных проб характерно низкое содержание инертных газов.

Воды, приуроченные к карбонатной толще среднего и верхнего карбона и сакмарского яруса нижней перми, охарактеризованы по результатам поисково-структурного бурения, вскрывавшего, как правило, на глубинах нескольких сот метров зону пресных и солоноватых вод. Большое количество скважин при вскрытии мощной толщи трещиноватых известняков изливало пресную воду с самыми различными расходами, зависящими от степени трещиноватости призабойной зоны. Скважины с интенсивными самоизливами тяготеют к долинам рек Печоры и Северной Мылвы.

В ряде скважин Троицко-Печорска, Северной Мылвы и Джебола подземные воды карбонатной толщи среднего, верхнего карбона и сакмарского яруса нижней перми, вскрытые на значительных глубинах (900—1500 м), дали очень небольшие притоки напорных, но не переливающихся высокоминерализованных вод ($M_{200} \frac{Cl 100}{Na 66 Ca 23 Mg 4}$).

Состав растворенного в воде газа подвержен значительным колебаниям, зависящим от того, к какой гидродинамической зоне приурочена вскрытая часть разреза карбонатной толщи. Были встречены газы метанового, азотно-метанового, метаново-азотного, углекисло-азотного и азотного состава).

В пределах Джебольской, Троицко-Печорской и Ягтыдинской разведочных площадей детальному изучению подвергались подземные воды терригенной толщи турнейского яруса, в которой было выявлено несколько пачек песчаников, содержащих небольшие промышленные залежи газа и легкой нефти. Изменчивость литологического состава

пород и линзовидный характер коллекторов обусловили большие изменения дебитов нефти и газа по отдельным скважинам и резкое падение пластовых давлений в процессе эксплуатации, сопровождаемое быстрым обводнением залежей.

На юге описываемой территории каменноугольные отложения изучены слабо, и сведения об их водообильности ограничиваются данными по одной курьинской скважине, в которой при испытании интервала 1830—2019 м был получен приток воды в $160 \text{ м}^3/\text{сутки}$. Характер и степень минерализации вод терригенной толщи турнейского яруса аналогичны таковым продуктивной толщи девона, что свидетельствует о высокой гидродинамической закрытости этой части разреза

$$\left(M_{239} \frac{\text{Cl } 100}{\text{Na } 69 \text{ Ca } 25 \text{ Mg } 6} ; \frac{r \text{ Na}}{r \text{ Cl}} = 0,67 - 0,70 ; \frac{r \text{ Cl} - r \text{ Na}}{r \text{ Mg}} = 4,20 - 4,90 ; \frac{\text{Cl}}{\text{Br}} = 245 - 310 \right).$$

В составе свободных и растворенных в воде газов наблюдается резкое преобладание метана (69—94%) над тяжелыми углеводородами (0,68—28,7%) и азотом (2,2—4,8%); $\frac{\text{He}}{\text{Ar}} = 1,8 - 5,8$.

При опробовании карбонатной толщи верхнего девона в нескольких скважинах были получены незначительные притоки воды, а в отдельных скважинах — притоки нефти с водой. Воды относятся к слабым рассолам, имеющим, однако, высокую степень метаморфизации $\left(M_{62} \frac{\text{Cl } 99}{\text{Na } 70 \text{ Ca } 23 \text{ Mg } 7} ; \frac{r \text{ Na}}{r \text{ Cl}} = 0,65 - 0,71 \right)$. Газы метанового состава.

Ниже по разрезу располагается терригенная толща девонских отложений, коллекторы которой в данном районе, судя по результатам исследования кернового материала и опробования скважин, характеризуются как слабопористые и плохо проницаемые. Притоки воды или нефти в отдельных скважинах изменялись от 2—4 до $46 \text{ м}^3/\text{сутки}$. Начальные пластовые давления, составлявшие 180—210 атм, в процессе эксплуатации быстро падали, и дебиты скважин резко сокращались. Невыдержанность литологического состава песчаных пластов определила весьма затруднительную связь с их областью питания. Это хорошо подтверждается высокой степенью минерализации и метаморфизации пластовых вод, характеризующих собой зону весьма затрудненного водообмена $\left(M_{224} \frac{\text{Cl } 100}{\text{Na } 57 \text{ Ca } 33 \text{ Mg } 10} ; \frac{r \text{ Na}}{r \text{ Ca}} = 0,54 - 0,67 ; \frac{r \text{ Cl} - r \text{ Na}}{r \text{ Mg}} = 3,96 - 6,08 ; \frac{\text{Cl}}{\text{Br}} = 130 - 196 \right)$.

В скважинах Джебольской разведочной площади опробованию совместно с терригенными отложениями девона подверглась карбонатная толща силурийского возраста. Полученные притоки пластовых вод, как правило, отличались незначительными расходами — 20—30 $\text{м}^3/\text{сутки}$. По характеру и степени минерализации они близки к водам продуктивной толщи девона $\left(M_{207} \frac{\text{Cl } 100}{\text{Na } 65 \text{ Ca } 33 \text{ Mg } 9} \right)$.

Самый нижний водоносный комплекс вскрытого разреза, приуроченный к метаморфическим сланцам, был опробован совместно с водоносными горизонтами терригенной толщи нижнего палеозоя (седиольской свиты ижмо-омринского комплекса) только в Северо-Мыловинской опорной скважине, где получен приток высокоминерализованного рассола $\left(M_{190} \frac{\text{Cl } 100}{\text{Na } 63 \text{ Ca } 29 \text{ Mg } 8} ; \frac{r \text{ Na}}{r \text{ Cl}} = 0,65 \right)$ с растворенным газом азотно-метанового состава.

Таким образом, для описываемой группы месторождений характерно резкое ухудшение коллекторских свойств пород по всем водо-

носным толщам терригенного состава, невыдержанность последних по простираению и зачастую линзовидное и рукавообразное залегание отдельных горизонтов. Это в свою очередь обусловило весьма ограниченные размеры залежей нефти и газа и относительно небольшие дебиты фонтанировавших скважин, быстро сокращавшиеся в процессе пробной эксплуатации. Промышленные скопления газа в районе Курьи приурочены к зонам повышенной трещиноватости, тесно связанными с дизъюнктивными надвигового типа.

Довольно пестрый состав пластовых вод обусловлен многообразием условий залегания и невыдержанностью коллекторских свойств продуктивных пластов. Для пластовых вод терригенной и сульфатно-галогенной толщ нижней перми характерна высокая минерализация при низких значениях коэффициентов метаморфизации, что объясняется наличием близко расположенной соляной залежи и общей засоленностью терригенных пород.

Четвертая группа — промысловые и разведочные площади южной части Ижма-Печорской впадины (IV) Сюда относятся Западно-Тэбукское, Джьерское, Мичаюское, Северо-Савиноборское, Восточно-Савиноборское, Пашнинское нефтяные месторождения, а также Айювинская, Ваньюская и Тэбукская разведочные площади.

Западно-Тэбукское месторождение и расположенные в непосредственной близости от него Ваньюская и Тэбукская площади приурочены к одноименным брахиантиклинальным складкам, осложняющим крупное Велью-Тэбукское поднятие.

На Западно-Тэбукской структуре размером $15,0 \times 3,5$ км и амплитудой около 100 м (по подошве доманика) продуктивны доломиты силура, перекрывающие их песчаники среднего девона (пласты II, II-б, II-а и I-в) и пашийского горизонта (пласты I-б, I-а), залегающие на глубинах 1900—2200 м, а также верхнефранские и нижнефаменские известняки (пласты Φ_0 и Φ_1), залегающие на глубине около 1400 м. Песчаники среднего девона характеризуются высокими коллекторскими свойствами (пористость 17—21%, проницаемость до 700 мд) и выдержанностью по площади. Фонтанные притоки нефти достигли 150—300 т/сутки, а притоки воды составили 7—40 м³/сутки.

Характеристика коллекторских свойств карбонатных отложений силура в пределах месторождения более сложная. По-видимому, пористость и проницаемость верхней части доломитов обязаны своим происхождением процессам древнего закарстования и вследствие этого имеют невыдержанный характер. По данным радиокаротажных исследований, пористость проницаемых зон доломитов силура около 12%. Притоки нефти из этих зон достигали 70 т/сутки, а воды — несколько кубических метров в сутки. Коллекторы в известняках франского и фаменского ярусов верхнего девона имеют, по-видимому, смешанный порово-трещинный характер. «Покрышками» залежей служат малопроницаемые известково-глинистые породы кыновского и саргаевского горизонтов. Залежи пластовые, сводовые или комбинированные. Нефть несколько более тяжелая, чем в девонских терригенных отложениях.

Ваньюская и Тэбукская структуры не содержат залежей нефти и в гидрогеологическом отношении изучены слабо.

Джьерское месторождение расположено на стыке Омра Сойвинского и Велью-Тэбукского поднятий. Приурочено оно к антиклинальной складке $8,5 \times 4,0$ км и амплитудой около 90 м. Разрез продуктивных отложений аналогичен западнотэбукскому. Однако промышленные залежи нефти содержатся только в живетских и пашийских песчаниках, залегающих на глубине 1600—1650 м и обладающих высокими коллекторскими свойствами. Начальные дебиты скважин достигают иногда

сотен тонн в сутки Эйфельские песчаники на Джьере обводнены. Из фаменских карбонатных отложений с глубины 980 м получен небольшой приток тяжелой нефти.

Остальные месторождения этой группы связаны с так называемой Мичаю-Пашнинской зоной дислокации на границе перехода Печорской депрессии в северную часть Верхне Печорской впадины Предуральяского прогиба. Месторождения приурочены к серии антиклинальных складок, преимущественно северо-западного направления. Размеры складок до 30×8 км, амплитуды от 300 (Пашня) до 40 м (Мичаю). Разрез продуктивных отложений в общих чертах аналогичен западнотэбукскому.

Наиболее крупным месторождением является Пашнинское. Здесь на глубине 2600—2900 м вскрыты песчаники живетского яруса и пашийского горизонта с суммарной эффективной нефтенасыщенной мощностью свыше 70 м. Высокоперспективны также нижележащие эйфельские терригенные отложения, выделяющие газ. Из живетских и пашийских отложений при опробовании получены фонтанные притоки нефти с дебитом от десятков до сотен тонн в сутки. Коллекторские свойства песчанников хуже, чем на Западном Тэбуке и Джьере, пористость порядка 13—15%. Коэффициент продуктивности в 10—15 раз ниже, чем для Западного Тэбука. Из отложений фаменского и турнейского ярусов при их опробовании получены незначительные притоки минерализованной воды с пленками нефти. Кроме поддоманиковых терригенных отложений, на Пашнинском месторождении промышленно-нефтеносны карбонатные коллекторы кунгурского яруса нижней перми.

На Восточно-Савиноборском и Северо-Савиноборском месторождениях продуктивны песчаники пашийского горизонта мощностью до 15—16 м, залегающие на глубинах 2200—2600 м. Дебиты скважин изменяются от 20 до 150 т/сутки. Живетские отложения продуктивны только в самой верхней части, а ниже почти полностью обводнены. На Северном Савиноборе также получены притоки нефти с дебитом 15—18 т/сутки из карбонатных отложений турнейского и кунгурского ярусов. Запасы этих двух месторождений относительно невелики.

Несколько большее промышленное значение может иметь расположенное северо-западнее Мичаюское месторождение. Здесь нефтеносны песчаники живетского яруса мощностью до 15 м. Эйфельские отложения обводнены. Нефтеносны также песчаники верхней перми.

Верхний комплекс пород, подвергшийся испытанию в ряде скважин, представлен терригенными отложениями верхней и нижней перми. Наряду со значительной водообильностью пермских отложений были отмечены отчетливые газопроявления и насыщенность песчанников нефтью, в отдельных случаях давших промышленные притоки нефти до 3 т/сутки. Большинство скважин при вскрытии пермских отложений фонтанировало с различными дебитами от нескольких единиц до 1000—1500 м³/сутки, при средних расходах в 100—500 м³/сутки. Температура воды колебалась от 1,5 до 7,5°С.

Минерализация пластовых вод изменяется от 7,9 до 78,7 г/л, а в их солевом составе наблюдается то резкое, то незначительное преобладание хлоридов щелочей над хлоридами и сульфатами щелочноземельных металлов при малом содержании гидрокарбонатов ($M_{55} \frac{Cl_{99}}{N_{169} C_{16} Mg_{15}}$);

$$\frac{r_{Na}}{r_{Cl}} = 0,69—0,90, \quad \frac{r_{Cl} - r_{Na}}{r_{Mg}} = 1,70—6,40, \quad \frac{Cl}{Br} = 207—420$$

Такую же пестроту состава показывают и анализы растворенного газа. Наряду с газом исключительно азотного состава встречаются газы, содержащие значительное количество углеводородов, в том числе

и тяжелых углеводородов. Характер и степень минерализации воды пермских отложений в южной части Печорского артезианского бассейна свидетельствуют о обстановке затрудненного водообмена, в которой могут сохраняться залежи нефти.

Основные сведения о водопроявлениях, приуроченных к отложениям каменноугольного возраста и сакмарского яруса нижней перми, представленных карбонатными разностями в пределах Тэбук-Савиноборского района, были получены при бурении поисково-структурных скважин. При этом чаще всего отмечались случаи поглощения глинистого раствора и только на некоторых скважинах с более низкими отметками устья наблюдались незначительные переливы подземных вод. Как правило, дебиты скважин не превышали немногих десятков кубических метров в сутки при постоянной годовой температуре воды от 3,5 до 7,5° С.

В пределах западной половины рассматриваемой территории, где скважины вскрывали водоносные горизонты на небольшой глубине, отмечались преимущественно пресные, реже солоноватые воды с пестрым солевым составом. По мере погружения карбонатной толщи на все большие глубины в восточном направлении минерализация вод быстро увеличивается, достигая концентрации слабых рассолов ($M_{66} \frac{Cl_{96}}{Na\ 77\ Ca\ 17\ Mg\ 6}$; $\frac{r\ Na}{r\ Cl} = 0,80$; $\frac{r\ Cl - r\ Na}{r\ Mg} = 3,10$; $\frac{Cl}{Br} = 235$).

Подземные воды, приуроченные к толще известняков верхнефранского подъяруса и фаменского яруса верхнего девона, подверглись опробованию в скважинах Западно-Тэбукского и Пашнинского поднятий. В результате испытания был получен фонтанный приток нефти с дебитом 39—40 т/сутки. Пластовое давление по сравнению с давлениями нижележащих водоносных пластов продуктивной толщи девона здесь более низкое. Температуры на глубинах 1415—1440 м равняются 39—40° С. Пластовые воды данного водоносного комплекса относятся к типу крепких рассолов ($M_{143} \frac{Cl_{99}}{Na\ 83\ Ca\ 12\ Mg\ 5}$; $\frac{r\ Na}{r\ Cl} = 0,71 - 0,84$; $\frac{r\ Cl - r\ Na}{r\ Mg} = 2,50 - 3,40$, $\frac{Cl}{Br} = 281 - 412$).

Ниже располагается толща терригенных отложений среднего и низов верхнего девона, заключающая ряд водоносных горизонтов. Большинство опробованных скважин дало промышленные притоки воды и нефти из различных песчаных пластов этой части разреза. Воды терригенной толщи характеризуются более высокой степенью минерализации и метаморфизации, чем описанные выше воды карбонатных отложений верхнего девона.

Водоносные горизонты пластов I-а и I-б (пашинский горизонт верхнефранского подъяруса) подверглись опробованию на Западно-Тэбукской, Мичаюской, Северо-Савиноборской, Восточно-Савиноборской, Пашнинской и Джьерской структурах, где они давали фонтанные притоки легкой нефти или поступления пластовых вод с расходами в несколько десятков кубических метров в сутки. Состав подземных вод и растворенных в них газов, так же как и величины пластовых давлений и температурный режим обоих пластов, близки к таковым в водоносных горизонтах среднего девона ($M_{139} \frac{Cl_{100}}{Na\ 70\ Ca\ 25\ Mg\ 5}$; $\frac{r\ Na}{r\ Cl} = 0,70$, $\frac{r\ Cl - r\ Na}{r\ Mg} = 8,40$; $\frac{Cl}{Br} = 172$; $CH_4 = 77,5\%$; $N_2 = 17,8\%$, $C_2H_6 + \text{вышш} = 4,5\%$).

Водоносный горизонт, приуроченный к песчаникам I-в пласта (живетский ярус), подвергся опробованию в ряде глубоких разведочных скважин. Промышленные притоки нефти были получены на восточной

периклинали Западно-Тэбукской структуры, на Мичаюской структуре и Пашнинском месторождении нефти. Дебиты нефти на указанных структурах составили соответственно 126, 13 и несколько сотен тонн в сутки, а притоки воды изменялись в пределах двух-трех десятков метров в сутки.

Наиболее высокие статические уровни располагаются в пределах Пашнинского месторождения, а в западном направлении наблюдается плавное понижение пьезометрической поверхности в сторону западной границы выклинивания продуктивной толщи среднего девона. Состав воды и растворенного в ней газа очень близок к таковым для водоносных горизонтов пласта III эфельского яруса ($M_{247} \frac{Cl\ 100}{Na\ 67\ Ca\ 27\ Mg\ 6}$; $\frac{r\ Na}{r\ Cl} = 0,67$; $\frac{r\ Cl - r\ Na}{r\ Mg} = 5,40$; $\frac{Cl}{Br} = 172$).

При опробовании пласта II-а, встреченного в пределах восточной половины Западно-Тэбукского поднятия и размытого в западной части, были получены величины производительности скважин, пластовых давлений, температур, давлений насыщения и химической характеристики пластовых вод и растворенных газов, близкие к таковым для нижерасположенных водоносных горизонтов эфельского яруса (пласты III и II-б).

Песчаники пласта II-б, вскрытые и опробованные в пределах Западно-Тэбукской структуры, залегают без видимого водоупора над III пластом. Хорошая пористость (17,0%) и проницаемость (от 24—52 до 272—424 мд) обеспечили постоянные притоки нефти (65—172 т/сутки) или воды (до 20 м³/сутки). В условиях значительных глубин (1890—2070 м) отмечены высокие пластовые давления (194,5—209,8 атм) и температуры (69,5—72,0°С). В гидрохимическом отношении пластовые воды пласта II-б представляют полную аналогию с водами пласта III ($M_{225} \frac{Cl\ 100}{Na\ 65\ Ca\ 29\ Mg\ 6}$; $\frac{r\ Na}{r\ Cl} = 0,64$; $\frac{r\ Cl - r\ Na}{r\ Mg} = 5,40$; $\frac{Cl}{Br} = 151$).

То же можно сказать и относительно состава растворенных газов, указывающих на высокое содержание тяжелых углеводородов в приконтурных скважинах ($CH_4 = 46,6—51,3\%$; $C_2H_6 + \text{высш.} = 28,7—31,4\%$; $N_2 = 19,0—21,0\%$) и значительно меньшее их присутствие в далеких законтурных скважинах ($CH_4 = 63\%$; $N_2 = 20,2\%$; $C_2H_6 + \text{высш.} = 10,6\%$).

Нижний водоносный горизонт данного комплекса, приуроченный к песчаникам пласта III с хорошей пористостью (17,1%) и проницаемостью (500—600 мд), во всех случаях давал притоки нефти или воды. Фонтанные притоки нефти достигали 150—300 т/сутки, а поступление воды в законтурные скважины не превышало 40 м³/сутки. Столь резкое различие в дебитах жидкости из залежей и законтурных областей одно-значно пока не объяснимо. Возможно, оно обусловлено значительным ухудшением коллекторских свойств пород в приконтурной зоне, что установлено по данным опытов эксплуатации некоторых скважин Западно-Тэбукского месторождения.

Водоносный горизонт пласта III обладает весьма значительным напором пластовых вод, превышающим гидростатическое. Пластовые температуры в интервале глубин 1310—2137 м изменяются в пределах 66,5—74,3°С. Воды рассматриваемого горизонта относятся к категории крепких рассолов (217,3—235,7 г/л) и имеют солевой состав ($M_{235} \frac{Cl\ 100}{Na\ 65\ Ca\ 28\ Mg\ 7}$; $\frac{r\ Cl}{r\ Br} = 0,60—0,65$; $\frac{r\ Cl - r\ Na}{r\ Mg} = 4,30—6,20$; $\frac{Cl}{Br} = 148—186$), подтверждающий высокую степень метаморфизации пластовых вод, и явившейся следствием хорошей гидрогеологической закрытости недр. В составе растворенных в нефтях и в законтурных водах газов

в пределах пласта III и всех вышележащих пластов терригенного девона Западно-Тэбукском месторождении нефти наряду с преобладанием метана ($\text{CH}_4 = 48\text{—}52\%$) присутствует значительное количество тяжелых углеводородов и в меньшей степени азота. Дефицит упругости растворенных в нефти газов достигает $55\text{—}70$ атм.

Ниже по разрезу располагается водоносный комплекс, приуроченный к карбонатным отложениям силура, в верхней части сильноотрищиватым и выщелоченным. Некоторые скважины при опробовании этих отложений дали незначительные притоки пластовых вод. По степени минерализации и составу растворенных газов воды карбонатной толщи силура в пределах Западно-Тэбукского нефтяного месторождения представляют полную аналогию с водами терригенной продуктивной толщи девона. Как и последние, это сильнометаморфизованные воды весьма однообразного состава, типа крепких рассолов, свидетельствующие о хорошей гидрогеологической закрытости данной части разреза ($M_{220} \frac{\text{Cl } 100}{\text{Na } 65 \text{ Ca } 27 \text{ Mg } 8} ; \cdot \frac{r \text{ Na}}{r \text{ Cl}} = 0,66; \frac{r \text{ Cl} - r \text{ Na}}{r \text{ Mg}} = 4,40; \frac{\text{Cl}}{\text{Br}} = 170$).

Самый нижний водоносный комплекс, подвергавшийся исследованию в пределах южной части Печорской впадины, приурочен к толще метаморфических сланцев, вскрытой несколькими скважинами Айювинского разведочного участка, где при опробовании одной из них в интервале $1485\text{—}1395$ м был получен незначительный приток минерализованной воды.

Для рассмотренной группы месторождений характерны большие глубины залегания продуктивных пластов девона ($1800\text{—}3000$ м), обусловившие благоприятную обстановку для сохранения залежей нефти и газа. Хорошие коллекторские свойства пластов продуктивной толщи и высокая напорность пластовых вод обеспечивают продолжительное фонтанирование скважин нефтью без заметного снижения пластового давления. Высокие величины минерализации и метаморфизации пластовых вод свидетельствуют о хорошей гидрогеологической закрытости недр.

Пятая группа — месторождения и разведочные площади центральной части Ижма-Печорской впадины — Лемъю-Ираиольский район (V) объединяет площади Лемъюскую, Ира-Иольскую, Восточно-Лемъюскую, Исаковскую, Каджеромскую и Чикшинскую. Промышленные залежи нефти на этой территории выявлены лишь на Лемъюской и Исаковской площадях.

Лемъюское нефтяное месторождение приурочено к одноименной брахиантиклинальной складке северо-восточного простирания, размером 12×6 км и амплитудой около 30 м, осложняющей крупную Лемъю-Ираиольскую структурную террасу.

Разрез палеозойских отложений в общих чертах аналогичен разрезам более южных площадей (Мичаю, Восточный Савинобор и т. д.). Промышленные залежи нефти приурочены к песчано-алевролитовым отложениям нижней части казанского яруса верхней перми. В пределах этого горизонта песчаники залегают в виде линз, «шнурков», «рукавов» и т. п. Их эффективная мощность изменяется от 0,5 до $20\text{—}25$ м. Пористость песчаников часто превышает 20%, а проницаемость доходит до 1000 мд и выше. Нефть более тяжелая, чем нефти девонских отложений. Терригенные отложения девона, несмотря на наличие хороших коллекторов, нефть не содержат. На Исаковской площади промышленное месторождение легкой нефти приурочено к песчаникам верхней перми. Кроме того, небольшая залежь тяжелой нефти здесь выявлена в карбонатных отложениях фаменского яруса. Приток нефти был получен при испытании параметрической скважины Ира-Иоль из паший-

ских терригенных отложений. Залежь литологическая, небольшая по размерам.

Верхним горизонтом вскрытого разреза, подвергшимся опробованию, явился водоносный горизонт на глубине 600—700 м, приуроченный к песчаникам верхнепермских отложений. При его опробовании притоки пластовых вод, как правило, не превышали 10—18 м³/сутки. В одной из скважин Лемьской площади пластовое давление на глубине 650 м достигало 71 атм, а температура +23,7° С.

Воды терригенной толщи верхней перми характеризуются сравнительно низкой степенью минерализации и метаморфизации ($M_{74} \frac{Cl\ 100}{Na\ 58\ Ca\ 23\ Mg\ 19}$; $\frac{r\ Na}{r\ Cl} = 0,70$; $\frac{r\ Cl - r\ Na}{r\ Mg} = 2,10$; $\frac{Cl}{Br} = 329$).

В составе растворенных газов в большинстве случаев наблюдается преобладание азота или метана, иногда со значительным содержанием тяжелых углеводородов ($CH_4 = 45\%$; $C_2H_6 + \text{высш.} = 13\%$; $N_2 = 39\%$).

В терригенно-карбонатных отложениях артинского и кунгурского ярусов нижней перми были зафиксированы отчетливые нефтепроявления, а при опробовании карбонатной толщи сакмарского яруса в скважине Лемь с глубины 1083 м получен приток соленых метаморфизованных вод. Состав растворенных газов остался невыясненным.

Сведения о водоносности каменноугольных отложений по рассматриваемой группе разведочных площадей отсутствуют. Судя по керновому материалу, в них были отмечены значительные нефтепроявления, что позволяет предполагать присутствие в этой части разреза минерализованных и метаморфизованных вод.

Подземные воды карбонатной толщи франского и фаменского ярусов верхнего девона опробовались в скважинах Ира-Иоль и Лемь. В обоих случаях был получен приток сильноминерализованных вод ($M_{128} \frac{Cl\ 98}{Na\ 75\ Ca\ 16\ Mg\ 6}$; $\frac{r\ Na}{r\ Cl} = 0,79$).

Водоносные горизонты эйфельского яруса испытанию не подвергались, и сведения об их водоносности отсутствуют. Испытание песчаников живецкого яруса в нескольких скважинах Лемь и Ира-Иоль дало незначительное поступление пластовых вод, сопровождаемое выделением растворенного газа. Только в одной из скважин на Ира-Иольской площади при совместном опробовании с отложениями силурийского возраста был получен непромышленный приток нефти. Пластовое давление в одной из скважин, давших воду, на глубине 1850 м достигало 193 атм, а температура равнялась 63,5° С. Водоносные горизонты пашийских отложений опробовались в ряде скважин. В большинстве случаев они давали незначительные притоки пластовых вод с нефтяной пленкой и слабыми газопроявлениями. В гидрохимическом отношении водоносные горизонты терригенной толщи девона представлены водами типа крепких рассолов, обладающих высокой степенью метаморфизации ($M_{280} \frac{Cl\ 100}{Na\ 78\ Ca\ 17\ Mg\ 5}$; $\frac{r\ Na}{r\ Cl} = 0,71$; $\frac{r\ Cl - r\ Na}{r\ Mg} = 5,80$; $\frac{Cl}{Br} = 201$). В составе растворенных газов наряду с преобладанием метана присутствуют и тяжелые углеводороды, что служит указанием на вероятность присутствия в пластах скоплений нефти.

Шестая группа — месторождения и разведочные площади Печора-Малоземельского вала и прилегающих территорий (VI) объединяют рассредоточенные на значительной территории площади: Седухинскую, Городецкую, Нарьян-Марскую, Мутно-Материковую, Усинскую, Крыта-Иольскую, Печора-Кожвинскую, Печоргородскую, Югидскую, Войскую, Сопляскую, Аранецкую и др. Месторождения нефти и газа.

имеющие промышленное значение, выявлены на Печоргородской и Печора-Кожвинской площадях.

Печоргородское месторождение приурочено к одноименной брахи-антиклинальной складке северо-западного простирания, осложняющей северо-восточный склон южной части Печора-Малоземельского вала. Размеры складки 15×4 км, по юго-западному крылу структуры проходит сброс северо-западного простирания. Продуктивны песчаники яснополянского надгоризонта визейского яруса и казанско-уфимских отложений верхней перми. Яснополянские отложения содержат относительно небольшую залежь природного газа. Дебит одной из скважин составлял 500 тыс $\text{м}^3/\text{сутки}$. Глубина залегания продуктивного горизонта 1050—1150 м, пластовое давление 112 атм. В верхнепермской толще метановый газ насыщает прослои и линзы хорошо проницаемых песчаников. Дебиты газа достигают несколько десятков, иногда сотен тысяч кубических метров в сутки.

Печора-Кожвинское газовое месторождение, расположенное в нескольких километрах к северо-западу от Печоргородского, по характеру строения и размерам аналогично последнему; яснополянские песчаники здесь обводнены, а верхнепермские содержат, помимо метанового газа, и легкую нефть.

На Югидской структуре расположенной в пределах южного замыкания Печора-Малоземельского вала, выявлено небольшое месторождение нефти в песчаниках яснополянского надгоризонта. Промышленное значение этого месторождения невелико вследствие высокого удельного веса нефти и незначительности притоков из скважин.

На Усинской структуре, расположенной в пределах юго-восточной части крупного Колвинского вала, промышленные притоки нефти получены из известняков фаменского яруса и нерасчлененной толщи верхнего карбона и нижней перми. Размеры структуры по кровле известняков нижней перми 28×15 км, амплитуда свыше 400 м. Продуктивные горизонты залегают на глубине 1400—2300 м. Основные перспективы этого месторождения связываются с нижележащими терригенными отложениями среднего и верхнего девона, предположительно располагающимися на глубине 3500—4000 м.

Воды пермских отложений были изучены в пределах Печоргородской, Седухинской и Югидской разведочных площадей. В пределах Печоргородской и Югидской площадей притоки пластовых вод характеризуются незначительными расходами (до 15—20 $\text{м}^3/\text{сутки}$). Воды сравнительно невысокой минерализации. В составе газов из верхнепермских отложений преобладает метан.

На Седухинской площади верхняя часть палеозойских отложений каменноугольно-нижнепермского возраста представлена мощной толщей трещиноватых и закарстованных известняков, мергелей и доломитов, содержащих в нижней части прослои терригенного материала. Этот комплекс характеризуется высокой водообильностью и возможностью активного водообмена с дневной поверхностью. Расходы фонтанирующих скважин колеблются от 140 до 2200 $\text{м}^3/\text{сутки}$. Минерализация пластово-трещинных вод рассматриваемого комплекса изменяется от 30 до 80 г/л и несколько увеличивается в восточном направлении.

Анализ поведения статических уровней и характера минерализации пластовых вод позволяет считать, что по располагающемуся в восточной части Седухинской площади глубинному разлому осуществляется разгрузка нижних водоносных комплексов в закарстованную толщу верхнего палеозоя. К западу от этого разлома наблюдается понижение пьезометрической поверхности и уменьшение минерализации и метаморфизации подземных вод.

Воды каменноугольных отложений в южной части Печора-Малоземельского вала опробовались на Печоргородской, Югидской и других разведочных площадях. Водоносность продуктивного пласта яснополянского надгоризонта в пределах Югидского месторождения изучена недостаточно. Более полные данные имеются по Печоргородской структуре. Минерализация пластовых вод каменноугольных отложений в пределах упомянутых структур изменяется от концентрации соленых вод до рассолов при сравнительно невысокой степени метаморфизации. В составе свободных газов на Печоргородской структуре преобладает метан при очень незначительном присутствии тяжелых углеводородов. В пределах зоны активной и значительной циркуляции воды каменноугольных отложений являются преимущественно пресными с различным солевым составом.

Водоносность верхней части девонских отложений, представленных карбонатными породами, установлена в ряде поисково-структурных скважин в районе Кырта-Иольской площади. Часть скважин, располагавшихся в пониженных участках, изливала воды, другая, тяготеющая к более высоким отметкам рельефа, как правило, характеризовалась интенсивным поглощением бурового раствора, что в совокупности свидетельствует о высокой водообильности этой части разреза. Воды пресные или солоноватые, обладающие пестрым солевым составом.

На разведочной площади Мутный Материк из отложений фаменского яруса был получен приток высоконапорных пластовых вод с расходом $160 \text{ м}^3/\text{сутки}$, сопровождаемый интенсивными газовыделениями. При этом большинство поисково-структурных скважин, вскрывших верхи девона или остановленных в отложениях четвертичного возраста, изливало пресные воды хлор-кальциевого типа (по В. А. Сулину) с интенсивными выделениями газов. В составе газов присутствуют тяжелые углеводороды. По-видимому, на разведанной площади Мутный Материк осуществляется активная разгрузка водоносных горизонтов, залегающих на больших глубинах.

Более низкие водоносные горизонты вскрытого разреза, приуроченные к терригенной толще среднего и низов верхнего девона, подвергались опробованию на Седухинской и Мутноматериковой площадях. При опробовании двух интервалов разреза эйфельских отложений в опорной скважине Мутный Материк был получен приток пластовых вод с дебитом $35\text{--}45 \text{ м}^3/\text{сутки}$, сопровождавшийся выделением спонтанного газа.

Подземные воды терригенных отложений нижнефранского подъяруса, а в районе Седухинской структуры и терригенных отложений верхнефранского подъяруса при испытании дали притоки пластовых вод, максимальный расход которых в районе Мутного Материка составил $108 \text{ м}^3/\text{сутки}$, а на Седухинской площади — $69 \text{ м}^3/\text{сутки}$.

В Каменской скважине при испытании пашийского горизонта был получен приток воды с пленкой нефти и незначительным поступлением газа, а из отложений саргаевского горизонта — приток нефти с дебитом $6,2 \text{ т/сутки}$.

В гидрохимическом отношении воды терригенной толщи девона охарактеризованы только на Мутноматериковой и Седухинской площадях, где они представлены высокометаморфизованными рассолами ($M_{229} \frac{\text{Cl } 100}{\text{Na } 70 \text{ Ca } 24 \text{ Mg } 6}$; $\frac{r \text{ Na}}{r \text{ Cl}} = 0,71$; $\frac{r \text{ Cl} - r \text{ Na}}{r \text{ Mg}} = 5,40$), свидетельствующими о хорошей гидрогеологической закрытости недр. Растворенные в воде газы в отложениях среднего девона (район Мутного Материка) — азотно-метановые, а в отложениях пашийского горизонта — метановые с очень ограниченным присутствием азота. Их состав сходен с составом

газа из метаморфических сланцев Ухтинского и Верхне-Ижемского районов.

Подводя итог описанию гидрогеологических условий в пределах выделенных групп месторождений и разведочных площадей, следует отметить неравномерность гидрогеологической изученности различных участков вскрытого разреза и отдельных площадей. Указанная неравнозначность использованных гидрогеологических материалов все же дает возможность отметить для большинства водоносных комплексов продуктивной части разреза характерное присутствие вод высокой степени минерализации и метаморфизации, очень близких между собой по солевому составу. Такое выравнивание могло осуществляться только в условиях хорошей гидрогеологической закрытости недр и очень затрудненной связи водоносных горизонтов с их современными областями питания, когда в результате длительного контакта с вмещающими породами в обстановке высоких пластовых давлений и температур протекали сложные физико-химические преобразования солевого состава пластовых вод, обусловившие их последующее нивелирование.

Анализ гидрогеологической обстановки региона позволяет сделать следующие выводы, могущие иметь определенное значение для решения различных вопросов нефтяной геологии Тимано-Печорской провинции.

1. Основные гидрогеологические закономерности рассматриваемой территории определяются главным образом современным сложным тектоническим строением региона и геологической историей его развития.

2. В региональном плане питание подземных вод продуктивных толщ описываемой территории осуществляется со стороны западных предгорий Урала и центральной (осевой) части Тиманского кряжа.

3. Отчетливо выраженной области разгрузки водоносных комплексов для рассматриваемых районов пока не установлено. По всей вероятности, имеет место межпластовый переток метаморфизованных рассолов во вмещающие водоносные комплексы, в ряде случаев облегченный наличием регионально развитых тектонических разломов.

4. Несколько специфическая гидродинамическая обстановка наблюдается на территории старых разведочных площадей в пределах Ухтинского (I), Верхне-Ижемского и Омра-Сойвинского (II) районов. В условиях современного тектонического плана область питания водоносного комплекса продуктивной толщи является Тиманский кряж, откуда воды инфильтрационного происхождения поступают транзитом через толщу метаморфических сланцев. Говоря о существовании этой областей питания, мы подразумеваем возможную гидравлическую связь, проявившуюся только с момента промышленной разработки газовых и нефтяных месторождений.

5. Минерализация пластовых вод продуктивной толщи девона изменяется в значительных пределах (27—280 г/л), отчетливо увеличиваясь в восточном направлении в связи с погружением нефтегазоносных горизонтов на глубины более 2,5—3,0 км. Определенная закономерность усматривается в распределении вод терригенной толщи девона, обладающих различной степенью метаморфизации. Наименее метаморфизованные воды ($\frac{r_{Na}}{r_{Cl}} = 0,75—0,69$) встречены в районе центральной части Печорской впадины (V).

По мере продвижения на юг наблюдается интенсивное увеличение степени метаморфизации пластовых вод — до 0,68—0,65 в районе южной части Печорской впадины (IV) и 0,64—0,57 в Верхне-Ижемском

и Омра-Сойвинском районах (II) Такое распределение значений $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}}$ по площади позволяет предполагать, что наиболее активное перемещение пластового потока возможно на территории центральной части Печорской впадины, а по мере продвижения на юг, в пределы южной части Печорской впадины и Верхне-Ижемского и Омра-Сойвинского районов, такие возможности сокращаются, так как степень гидрогеологической закрытости недр увеличивается.

6 Для более верхних водоносных комплексов, где разрез представлен породами более разнообразного состава, а степень промытости водовмещающих толщ различна, минерализация и характер пластовых вод представляются более пестрыми

7 На основании палеогидрогеологических особенностей и общей газо-гидрогеологической характеристики разреза каменноугольных и пермских отложений в пределах рассматриваемой территории можно предположить возможность формирования нефтяных и газовых залежей как за счет собственных ресурсов каждого стратиграфического комплекса, так и в результате перетока из подстилающих терригенных отложений девонского возраста Последнее наиболее вероятно для той части разреза, где глубины залегания горизонтов с установленными промышленными залежами нефти и газа невелики (обычно не превышающие 800—1000 м), а собственные местные ресурсы углеводородов не успели еще пройти сложного цикла генерации В таких случаях образование углеводородных скоплений могло осуществляться как путем латеральной миграции из наиболее погруженных участков водонапорной системы, так и путем межпластового перетока из подстилающих продуктивных горизонтов девона В каждом конкретном случае должен быть рассмотрен весь комплекс исторически сложившихся факторов, определяющих возможности, масштабы и вероятные источники сформированных залежей

8 Общие газо-гидрогеологические закономерности и история палеогидрогеологического развития Тимано-Печорской газонефтеносной провинции позволяют оценивать перспективы нефтегазоносности последней как весьма высокие

ОХРАНА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Несмотря на практически неограниченные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод, в настоящее время почти все населенные пункты и крупные промышленные предприятия Коми АССР испытывают недостаток в воде, особенно для удовлетворения хозяйственно-бытовых нужд. Существующее водопотребление в большинстве промышленных районов Коми АССР значительно ниже цифр его проектных расходов

Согласно данным Госстройпроекта, в результате развития промышленного и гражданского строительства, роста сельского хозяйства и общего повышения культуры быта населения проектные расходы воды в ближайшее время возрастут примерно вдвое.

Успешное решение вопроса водоснабжения сопряжено не только с постановкой разведочных работ и строительством новых водозаборных сооружений. Как показывают результаты обследования действующих водозаборов и санитарного состояния крупных водотоков, улучшение водоснабжения окажется возможным при условии принятия неотложных мер по охране поверхностных и подземных вод от загрязнения. Тем более, что промышленное и хозяйственно-питьевое водоснабжение республики пока еще по-прежнему базируется на поверхностных водах.

Водные ресурсы — поверхностные водотоки и водоемы, почвенная влага и подземные воды — находятся в тесной взаимосвязи между собой, и степень загрязненности последних в ряде случаев находится в прямой зависимости от загрязнения поверхностных вод. Если не так давно поверхностные воды были хорошего качества и в достаточном количестве, то теперь положение резко изменилось. Сточные воды — промышленные и бытовые — загрязняют реки, заражают грунтовые воды. На общесанитарном состоянии многих рек, близ которых расположены крупные промышленные районы, сказывается интенсивное загрязнение водотоков отходами угольной, нефтяной и строительной промышленности, коммунальными стоками, а также молевым лесосплавом. В связи с этим некоторые промышленные районы уже в настоящее время испытывают острый недостаток в питьевой воде хорошего качества.

До 1960 г. вопросу охраны подземных вод от загрязнения уделялось мало внимания. Большинство предприятий и организаций и теперь ведут работы без должного соблюдения правил охраны подземных вод.

Как показали обследования, наиболее подвержены загрязнению поверхностные и подземные воды в Печорском промышленном и Вычегодском лесопромышленно-сельскохозяйственном районах. В состав первого входят Воркутинский, Интинский, Печорский и Ухтинский промышленные узлы, а второй представлен Сыктывкарским промышленным узлом. Везде отмечается бактериальное, химическое и механическое загрязнение.

В пределах рассматриваемой территории естественное качество поверхностных вод, за исключением рек Воркуты, Инты, верховий Печоры, Ухты, Сысолы и их некоторых притоков, в общем удовлетвори-

тельное. Однако развитие промышленности и сельского хозяйства, рост городов и поселков увеличивает число загрязненных и зараженных водоемов. Особенно тяжелое положение создается в районах, где основные источники водоснабжения — реки являются одновременно приемниками сточных вод. К таким районам следует отнести города Воркуту, Инту, Ухту и Сыктывкар с их промышленными предприятиями; железнодорожные узлы — Печору, Сосногорск, Микунь — и ряд сельскохозяйственных районов, в которых сточные воды без надлежащей очистки поступают в реки. В настоящее время в Коми АССР насчитывается более 50 предприятий, сбрасывающих промышленные и сточные воды в поверхностные водоемы и водотоки.

Большую тревогу вызывает загрязнение рек сточными водами предприятий нефтяной, угольной, газо-сажевой, деревообрабатывающей промышленности и коммунально-бытовых предприятий, общий объем сброса которых по республике уже составляет около 500—600 тыс. $\text{м}^3/\text{сутки}$. При этом более 80% сточных вод сбрасывается без очистки и обезвреживания. Загрязненность рек Воркуты, Инты, Ухты, Сысолы и ряда других становится угрозой для развития народного хозяйства в этих районах, так как вода на некоторых участках без тщательной очистки не может быть использована не только для водоснабжения населения, но и в ряде случаев для промышленных нужд. Кроме того, сброс неочищенных промышленных и бытовых стоков и засорение водотоков отходами лесосплава отрицательно влияют на воспроизводство рыбных запасов и приводят к массовой гибели рыбы. Такие реки, как Ярега, Ухта, Ижма, Кожва, Нижняя Овра и Верхняя Овра, уже потеряли свое рыбохозяйственное значение, поскольку некоторые из них превратились в открытые стоки промышленных отходов.

В распоряжении санитарно-эпидемиологической службы Коми АССР имеются сведения о значительном загрязнении сточными водами большей части поверхностных водотоков почти у всех относительно крупных населенных пунктов и промышленных объектов.

Так, например, предприятиями, шахтами и поселками в р. Воркуту сбрасывается более 150 тыс. $\text{м}^3/\text{сутки}$ неочищенных и необезвреженных стоков, причем большинство водозаборных сооружений расположено не выше по течению, а ниже мест сброса сточных вод. Поэтому на отдельных участках р. Воркуты воды не удовлетворяют требованиям государственных стандартов, предъявляемым к питьевым водам. У водозаборов поселков шахт № 5, 6, 2 и 40 вода реки непригодна для питьевого водоснабжения. Бактериологические анализы проб речной воды, отобранные в районе Воркутинского цементного завода, т. е. за пределами освоенного района, показывают, что титр кишечной палочки изменяется от 111 до 4 и в отдельных случаях достигает до 0,4 и менее. Отмечается также значительное загрязнение вод р. Инты.

Особенно загрязнены отходами переработки нефти и газа водоемы и водотоки Ухтинского промышленного узла. Здесь в сутки сбрасывается более 150 тыс. м^3 неочищенных сточных вод. Содержание вредных для питьевых целей компонентов (нитраты, нитриты, аммиак) в воде рек Ухты, Яреги, Вой-Вожа в 20—50 раз превышает норму. В р. Ижму поступает до 1,5—2,0 т сажи в сутки, а Ухтинский завод стройматериалов сбрасывает в р. Ухту сточные воды с концентрацией взвешенных частиц, достигающей 3,0—3,5 г/л.

Положение усугубляется еще и тем, что имеющиеся на некоторых предприятиях очистные устройства не обеспечивают обезвреживание промышленных вод, а строительство новых ведется крайне медленно. Из 16 шахт Воркутинского промышленного узла только на шахтах

№ 17, 20, 29, и Юнь-Яга имеются водоочистные сооружения, а на шахтах № 5/7, 32, 40 ведется их строительство. Существующие нефтеловушки Ухтинского промышленного узла несовершенны, поэтому сточные воды сбрасываются недостаточно обезвреженными. Из-за недостаточной очистки сточных вод концентрация нефтепродуктов в реках Яреге, Ухте намного выше предельно допустимой нормы.

Канализация городов и поселков находится в плохом состоянии, а в ряде мест — вообще отсутствует. Неочищенные воды, как правило, сбрасываются в реки и ручьи. Суда речного флота загрязняют водоемы нефтепродуктами и минеральными маслами в результате чистки машинных отделений и баков с горючим. Загрязнение водоемов пагубно отражается не только на рыбном хозяйстве. Колхозы, совхозы и животноводческие фермы на некоторых участках рек не могут пользоваться речной водой для водопоя скота.

Реки юга территории Коми АССР, помимо промышленных стоков, загрязняются побочными продуктами лесосплава. Большая часть леса сплавляется молевым способом, во время которого тонет и обрывается на гниение до 10% древесины. Лесозаводы на р. Сыsole выбрасывают на береговые склоны значительные количества опилок, которые, закидая, выделяют таннин и углекислый газ, губительно действующие на рыбу. Многие притоки р. Вычегды (реки Лопью, Вишера, Вымь и их притоки), в прошлом служившие местами нереста семги и других ценных пород рыб, почти полностью утратили свое рыбохозяйственное значение.

Загрязнение поверхностных водоемов и водотоков промышленными и бытовыми стоками способствует бактериальному заражению и химическому загрязнению подземных вод. Пути проникновения загрязненных или засоленных вод в горизонты пресных вод служат также искусственно созданные «гидрогеологические окна» (шахты, незатампированные разведочные скважины, затрубные пространства плохо оборудованных эксплуатационных скважин и т. д.). Наиболее подвержены загрязнению грунтовые воды, так как они расположены близко от поверхности и часто не имеют водонепроницаемых покрытий. Подземные воды аллювиальных отложений, вскрытые отдельными скважинами в пределах южных районов территорий Коми АССР, имеют повышенное содержание нитритов, нитратов, аммиака и хлора, что является косвенным показателем их загрязненности в результате проникновения поверхностных вод.

Водоснабжение многих железнодорожных станций и населенных пунктов в сельской местности осуществляется за счет грунтовых вод четвертичных отложений, эксплуатируемых из большого числа скважин и копанных колодцев, а также путем каптирования родников. Глубина залегания грунтовых вод, тесно связанных с поверхностными, обычно не превышает 5—10 м. Естественно, что при отсутствии зон санитарной охраны эти воды могут сравнительно легко загрязняться. Кроме того, общим недостатком большинства водозаборных сооружений является их расположение вблизи возможных очагов загрязнения подземных вод, таких как животноводческие фермы, выгребные ямы и пр. Санитарному состоянию большинства копанных колодцев внимание не уделяется.

Реже отмечается загрязнение артезианских вод. Но и здесь уже имеются настораживающие случаи.

Примерами загрязнения артезианских вод пермских отложений поверхностными водами могут служить несколько одиночных водозаборных скважин, пробуренных на Юньягинском угольном месторождении вблизи реки и у жилого поселка. Подземные воды характеризу-

ются плохим качеством (коли-титр менее 4). Причиной загрязнения подземных вод является фильтрация сточных вод, сбрасываемых очистными сооружениями в реку, и отсутствие зон санитарной охраны водозаборных скважин. Аналогичные условия могут иметь место и на других площадях, где существует прямая связь артезианских и поверхностных вод и где последние загрязняются сточными водами. Химический состав вод, обводняющих расположенную в центре г. Воркуты шахту № 1 «Капитальная», отличается повышенным содержанием хлоридов, аммиака и нитратов по сравнению с водами шахт, удаленных от населенных поселков. Это может служить указанием на возможность поступления в шахту загрязненных поверхностных вод, фильтрующихся сквозь толщу покровных пород. Вызывает опасение состояние водозаборных скважин на восточном крыле Воркутского угольного месторождения, расположенных вблизи жилых зданий. Здесь подземные воды залегают на небольших глубинах, и водоносные горизонты перекрыты недостаточно надежной и маломощной водонепроницаемой кровлей.

При проведении разведочных работ многочисленными скважинами были пересечены высокодебитные водоносные горизонты дочетвертичных отложений. При ликвидации стволов скважин обычно не тампонировались, что влекло за собой переток сильноминерализованных вод в зону пресных. Кроме того, через устья незатампонируемых скважин осуществлялось проникновение загрязненных поверхностных вод. Таким образом, серьезным источником загрязнения и бесцельного расходования пресных подземных вод являются пройденные и неудачно ликвидированные или законсервированные и, наконец, просто брошенные скважины.

За многие годы на территории Коми АССР пройдены сотни угольных и нефтяных скважин, вскрывших самоизливающиеся пресные и минерализованные воды с газом (сероводородом и метаном) и нефтью. Многие скважины изливают на поверхность пресные воды и таким образом нарушают естественные гидродинамические условия, истощают ресурсы подземных вод, создают поверхностную заболоченность. Кроме того, скважины, вскрывшие напорные и высокодебитные подземные воды на шахтных полях, обводняют угольные пласты и слабообводненные отложения. В ряде случаев через стволы этих скважин поступает вода в горные выработки шахт. Только в Печорском угольном бассейне имеется более 30—35 фонтанирующих скважин, изливающих на поверхность пресную подземную воду в количестве 26—30 тыс. $\text{м}^3/\text{сутки}$. Особенно велики расходы фонтанирующих скважин на Сейдинском и Усинском угольных месторождениях, которые в сумме достигают 19 тыс. $\text{м}^3/\text{сутки}$.

В районе верхнего течения р. Печоры выявлено много фонтанирующих поисково-разведочных и поисковых скважин. Только одна из них (на правом берегу р. Печоры у д. Игостав) изливает на поверхность пресную воду в количестве нескольких тысяч кубометров в сутки. В процессе съемочных работ А. Ф. Горбачевым было отмечено несколько скважин в бассейнах рек Нерицы и Пижмы, изливающих подземные воды из юрских отложений с суммарным расходом более 26 тыс. $\text{м}^3/\text{сутки}$. Особенно большой вред приносят те скважины, которые выводят на поверхность высокоминерализованные воды. По долинам рек Печоры, Ижмы и их многочисленных притоков учтено около сотни таких незатампонируемых скважин, фонтанирующих с расходами 200—2000 $\text{м}^3/\text{сутки}$. В Ухтинском промышленном районе десятки скважин изливают на поверхность сильноминерализованные воды с содержанием вредных для жизнедеятельности организмов элементов.

Излив на поверхность таких вод значительно ухудшает качество как грунтовых вод, так и вод поверхностных водотоков.

Необходимо также обратить внимание на нерациональное использование подземных вод. Несмотря на неудовлетворительное состояние снабжения населения питьевой водой, в промышленных и сельскохозяйственных районах значительное количество высококачественной воды расходуется на производственные нужды (для охлаждения двигателей и компрессорных установок, на строительства и т. д.), хотя большинство промышленных предприятий могут быть переведены на водоснабжение из поверхностных водотоков.

Ненормальное положение с организацией водоснабжения наблюдается в ряде сельскохозяйственных районов, где в большинстве колхозов и совхозов скважины закладываются посреди скотных дворов, в нарушение элементарных санитарных требований. Нередко постройка водопровода ограничивается обеспечением водой скотоводческой фермы, в то время как основное население поселков остается на водоснабжении из пересыхающих колодцев с водой неудовлетворительного качества.

Тяжелое положение с водоснабжением складывается в Воркутинском и Интинском промышленных узлах, где в результате деятельности горнодобычных предприятий естественный режим подземных вод в ряде мест существенно изменился. Только в Воркутинском промышленном узле подземные шахтные воды в количестве $65 \text{ тыс. м}^3/\text{сутки}$ извлекаются на поверхность земли в качестве «побочного продукта» угольной промышленности. На откачку воды, поступающей в шахты, расходуются большие средства, а выведенная на поверхность вода практически не используется.

Острый недостаток в воде для хозяйственно-питьевых и промышленных нужд городов Воркуты и Инты может быть частично ликвидирован и путем использования откачиваемых из шахт вод. Уже сейчас в Воркутинском промышленном узле шахты № 1, 25, 26, 27 и 40 путем устройства специальных водосборников используют для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд шахтные воды в количестве $2500 \text{ м}^3/\text{сутки}$. По химическим и бактериологическим показателям вода хорошего качества. По-видимому, не исключена возможность такого использования подземных вод в целях временного водоснабжения из погашенных шахт № 8, 40-бис и 3.

На Юнгягинской шахте в тупиковой выработке одного из штреков с помощью бетонной перемычки создан резервуар, в который собирается вода из четырех скважин, пробуренных на водоносный пласт, залегающий в кровле выработки. Расход скважин составляет более $2400\text{—}3600 \text{ м}^3/\text{сутки}$. Дальнейшая возможность эксплуатации этих вод зависит от степени осушения горных пород, залегающих в кровле шахтных выработок. По солевому составу подземные воды, отбираемые из этого водосборника, пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Резких изменений химического состава в течение года не наблюдается. Минерализация вод не превышает $0,5\text{—}0,6 \text{ г/л}$, жесткость изменяется от 0,15 до 3,0 мг-экв , сульфатов и хлоридов содержится от 2,0 до 16,0 мг/л . Подземные воды в бактериальном отношении удовлетворительные.

В отношении истощения ресурсов подземных вод отметим следующее. Как уже указывалось (см. главу VII), эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод на площади региона оцениваются в 57 000 тыс. $\text{м}^3/\text{сутки}$ ($660 \text{ м}^3/\text{сек}$). Учетное потребление подземных вод в Коми АССР не превышает 450 тыс. $\text{м}^3/\text{сутки}$, а горнодобывающими пред-

приятиями выдается на поверхность всего около 930 тыс. м³ воды в сутки. Водозаборы подземных вод (одиочные и групповые скважины) по площади рассредоточены, причем производительность наиболее крупных групповых водозаборов не превышает 5—7 тыс. м³/сутки. Таким образом, пока нет оснований говорить об истощении ресурсов пресных подземных вод в целом по региону. Однако уместно рассмотреть отдельные участки, где отмечаются случаи изменения естественного режима подземных вод, и районы, которые в настоящее время испытывают значительный недостаток в воде.

В районах горнодобывающей промышленности (Воркута, Инта, Ухта) истощение запасов подземных вод, связанное с работой шахтного водоотлива, наблюдается лишь на отдельных участках, где водозабор подземных вод превышает естественные их ресурсы. В пределах отдельных шахтных полей происходит частичное, а в ряде случаев и полное осушение горных пород, залегающих над выработанным пространством. Особенно срабатываются запасы подземных вод на небольших по размерам синклинальных структурах. Примером может служить Юньягинское угольное месторождение, где шахтный водоотлив составляет около 14 тыс. м³/сутки. Такое количество откачиваемой воды привело к снижению уровней поверхности подземных вод в пределах шахтного поля на 15—17 м. Здесь произошла частичная сработка естественных запасов подземных вод. На более значительных по размерам синклиналях, в частности Воркутской, в результате шахтного водоотлива истощение естественных запасов подземных вод, исключая отдельные участки, практически не наблюдается. Однако следует помнить, что в пределах Воркутской мульды эксплуатационные запасы подземных вод в общем ограничены. Строительство крупных водозаборных сооружений на северном и восточном крыльях мульды возможны с расходами, равными соответственно 7 и 18 тыс. м³/сутки.

Постановление Совета Министров СССР от 22 апреля 1960 г. «О мерах по упорядочению использования и усилению охраны водных ресурсов СССР» указало на огромное государственное значение охраны поверхностных и подземных вод от истощения и загрязнения промышленными, бытовыми и другими сточными водами. Охрана подземных вод от истощения и загрязнения в Коми АССР и Ненецком национальном округе возложена на Ухтинское геологическое управление (УТГУ). В крупных населенных пунктах контроль за качеством действующих и строящихся водозаборов поверхностных и подземных вод одновременно осуществляют органы Госсанинспекции.

В последние годы УТГУ была проведена значительная работа по выявлению и устранению недостатков в деле охраны подземных и поверхностных вод. Материалы обследований, проведенных УТГУ в 1961—1965 гг., позволили разработать конкретные мероприятия по устранению недостатков в вопросе охраны подземных вод от загрязнения и истощения, во исполнение которых предприятиями Ухтинского комбината изолировано около 100 скважин мелкого и глубокого бурения более чем на 30 разведочных площадях Ухтинского нефтегазозного района. Стволы разведочных скважин были перекрыты колонной обсадных труб, устья законсервированных и ликвидированных скважин в ряде случаев оборудованы фонтанной арматурой, задвижками высокого давления или просто заглушены.

На ближайшие годы УТГУ составлен план мероприятий по ликвидации и тампонажу скважин, и в первую очередь — изливающих на поверхность минерализованные воды, содержащие вредные компоненты. Планом предусматривается не только ликвидация известных

дефектных и фонтанирующих скважин, но и планомерное обследование старых разведочных площадей, где такие скважины могут быть встречены.

В связи с тем что охрана подземных вод на территории Коми АССР становится задачей государственной важности, вопросами ее должны заняться не только инспектирующие органы, но и все звенья геологической, промышленной и коммунальной служб.

В первую очередь следует организовать систематический учет всех сведений о загрязнении и истощении водоисточников, а также контроль за их состоянием.

В районах промышленных узлов необходимо добиться полного запрета сброса промышленными предприятиями и коммунальными хозяйствами в водоемы и водотоки сточных вод без их очистки.

Геологические организации, ведущие буровые работы на новых площадях, должны осуществлять качественный тампонаж скважин. На старых площадях необходимо в кратчайший срок затампонировать фонтанирующие скважины, особенно те, которые изливают на поверхность минерализованные воды с нефтью и газом.

Необходимо также затампонировать все недействующие или непригодные для целей эксплуатации на воду скважины. У всех водозаборов должны быть созданы зоны санитарной охраны. Органы государственной инспекции совместно с общественностью должны осуществлять строгий надзор за работой водозаборных сооружений.

Необходимо повысить ответственность хозяйственных, партийных и профсоюзных органов за выполнение решений по рациональному использованию водных ресурсов и предотвращению дальнейшего загрязнения как водоемов и водотоков, так и подземных вод.

Охрана поверхностных и подземных вод должна стать постоянной заботой не только специалистов, но и населения.

Часть четвертая



ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

В инженерно-геологическом отношении территория Коми АССР и Ненецкого национального округа изучена слабо. Среднемасштабной инженерно-геологической съемкой покрыто не более 10% площади рассматриваемого региона. В этот объем входит специальная съемка для целей проектирования гидротехнических сооружений в бассейнах р. Печоры и ее крупных притоков — рек Усы и Ижмы. Кроме того, примерно на одной десятой территории проведены рекогносцировочные инженерно-геологические исследования. Более детальные инженерно-геологические работы выполнены только на участках строительства крупных промышленных объектов, тяготеющих к городам Сыктывкару, Ухте, Печоре, Инте и Воркуте.

В основу выделения площадей, сходных по инженерно-геологическим условиям, положено районирование всей территории по трем таксономическим единицам — регионам, областям и районам. Регионы выделены по геоструктурному, области — по геоморфологическому признаку, районы — по характеру распространения инженерно-геологических комплексов.

1. РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ И ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГИОНОВ И ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОБЛАСТЕЙ

Рассматриваемая территория входит в состав двух регионов: равнины Русской платформы и Урало-Пайхойской горноскладчатой страны. В пределах этих регионов выделено шесть геоморфологических областей.

Регион равнины Русской платформы (А). В геологическом строении платформы принимают участие два структурных яруса — породы фундамента и осадочного чехла. Породы фундамента на западе региона представлены архейскими и протерозойскими гнейсами и гранитами, на востоке — слабометаморфизованными сланцевыми толщами верхнего протерозоя. Осадочный чехол сложен породами палеозойского, мезозойского и кайнозойского возраста.

Рельеф Русской платформы в четвертичное время формировался в условиях преобладания процессов медленного осадконакопления над процессами сноса. Тектонические формы рельефа выражены здесь пологими денудационными возвышенностями или погребены под ненарушенным осадочным чехлом.

В пределах рассматриваемого региона выделяются три геоморфологические области: аккумулятивная равнина Западного Притиманья (A_1), Канино-Тиманская цокольная волнистая равнина (A_2) и Печорская аккумулятивная равнина (A_3).

Аккумулятивная равнина Западного Притиманья. Западная граница геоморфологической области проходит далеко за пределами рассматриваемой территории; на востоке она нечеткая, так как данная область постепенно переходит в Канино-Тиманскую волнистую равнину. Равнина Западного Притиманья расчленена речной сетью, принадлежащей бассейнам рек Вычегды и Мезени.

Северная часть области представляет собой полого наклоненную к морю низменность, отметки которой в прибрежной полосе не превышают 20—40 м. Долины рек в рельефе выражены слабо. В геологическом строении поверхности равнины участвуют четвертичные морские и ледниково-морские образования. Останцы отдельных форм ледниково-морской аккумуляции образуют всхолмления высотой до 60—80 м.

Южная часть области (бассейны рек Мезени и Вычегды) представляет собой равнину, в пределах которой отметки водоразделов определяются в 130—180 м, а иногда достигают 200—230 м. Долины рек хорошо разработаны. Они имеют две или три аккумулятивные террасы, возвышающиеся над поверхностью поймы от 20—30 до 40—50 м. Поверхность водоразделов в западной и центральной частях этой равнины сложена ледниковыми и флювиогляциальными отложениями московского и калининского оледенений, а в юго-восточной — среднечетвертичными флювиогляциальными и озерно-аллювиальными отложениями, среди которых отдельными пятнами встречаются отложения днепровского оледенения.

Канино-Тиманская цокольная волнистая равнина. На западе она граничит с равниной Западного Притиманья, а на востоке — с Печорской равниной. Эта геоморфологическая область представляет собой незначительно приподнятую над окружающей местностью холмистую равнину. Отметки водоразделов на п-ове Канин колеблются от 40—60 до 80—120 м и только на хребте Пае увеличиваются до 180—200 м; высота отдельных аккумулятивных всхолмлений достигает здесь 230—242 м. На Северном Тимане отметки поверхности водоразделов выше и изменяются от 150—200 до 220—256 м. Наибольшие высоты имеет Средний Тиман, где отдельные возвышенности достигают 471—487 м. Южная часть Тимана выражена в рельефе слабо. Высоты водораздельных поверхностей здесь редко превышают 200—220 м, лишь отдельные возвышенности имеют отметки в 300—325 м.

Древние денудационно-тектонические формы рельефа Канино-Тиманской области служат основанием платообразных возвышенностей, гряд и холмов. В строении большинства положительных форм рельефа участвуют близко выведенные к поверхности и слабо поддающиеся выветриванию скальные породы. Реки в этих местах имеют узкие, часто каньонообразные долины и порожистое течение. На участках, где выходы скальных пород отсутствуют, течение рек спокойное, а долины широкие и террасированные. Покров четвертичных отложений, представленный преимущественно флювиогляциальными и ледниковыми образованиями, относительно маломощный и развит не повсеместно.

Печорская равнина. Эта равнина расположена на крайнем Северо-Востоке Русской платформы; на востоке она граничит с Урало-Пайхойским регионом, на западе — с Канино-Тиманской цокольной волнистой равниной. В геоморфологическом отношении данная область представляет собой пологоволнистую аккумулятивную низменность, в общем слабо расчлененную эрозионными процессами. Влияние рельефа коренных пород на морфологию современной поверхности незначительное.

На севере, у побережья моря, прослеживаются несколько морских террас, возвышающихся от 6—8 до 100 м и более над уровнем моря. Наиболее четко выражены террасы высотой до 60 м, имеющие ровные поверхности. Они сложены средне- и верхнечетвертичными морскими и ледниково-морскими отложениями, на которых развиты обширные

болота и торфяники мощностью до 3—5 м. Менее выражена терраса высотой в 80—100 м, для которой характерен относительно расчлененный рельеф. В прибрежной полосе она сложена верхнечетвертичными морскими, а в более южной части — озерно-аллювиальными отложениями. Болота и торфяники в пределах этой террасы развиты только в понижениях.

Остальное пространство севера области, включающее Большеземельскую и Малоземельскую тундры, представляет собой волнистую равнину с отметками поверхности 100—150 м. Пологие гряды и холмы имеют отметки 170—180 м, а на северо-востоке — 200 м и более. Наиболее возвышенные участки сложены с поверхности средне- и верхнечетвертичными ледниково-морскими и морскими отложениями, а в районах ближе к Уралу — ледниковыми и флювиогляциальными образованиями. Понижения и плоские поверхности водоразделов обычно заболочены. Южнее широтного колена р. Печоры низменность более равнинная. Абсолютные отметки поверхности здесь 140—160 м, а в самой южной части области достигают или несколько превышают 200 м. Водоразделы сложены с поверхности среднечетвертичными озерно-аллювиальными и флювиогляциальными образованиями. Незначительные аккумулятивные всхолмления наблюдаются ближе к Уралу.

Гидрографическая сеть в пределах области принадлежит бассейну р. Печоры. Реки спокойно текут в долинах с широкой поймой, разбиваясь на многочисленные рукава. Вскрытие р. Печоры начинается с юга. Более раннее вскрытие верховий приводит к образованию заторов льда и резкому повышению уровня паводковых вод. При совпадении сроков вскрытия р. Печоры и ее притоков происходит катастрофический подъем воды, достигающий 6 м и более за двое-трое суток, в результате чего оказываются затопленными значительные площади.

Регион Урало-Пайхойской горноскладчатой страны (Б). Он выделен в границах одноименной складчатой области. Восточная и южная части региона находятся за пределами рассматриваемой территории.

Для данного региона характерна значительная расчлененность рельефа. Покров четвертичных отложений на большей части Урало-Пайхойского региона отсутствует или представлен маломощными элювиально-делювиальными образованиями. Ледниковые и ледниково-морские четвертичные отложения получают значительное развитие только на севере. В предгорьях Приполярного и Полярного Урала и на Пай-Хое они выполняют понижения в рельефе коренных пород и образуют небольшие всхолмления. В пределах региона выделяются три геоморфологические области: Пайхойская холмисто-равнинная (Б₁), Уральская предгорная увалистая (Б₂) и Уральская горная (Б₃).

Пайхойская область охватывает северную часть региона, включая хребет Пай-Хой и примыкающую к нему на северо-востоке Прикарскую низменность.

Хребет Пай-Хой представляет собой денудационно-тектоническую возвышенность, вытянутую в направлении с северо-запада на юго-восток и имеющую ровную или пологоволнистую поверхность, осложненную отдельными грядами или холмами. Отметки хребта колеблются в пределах 200—300 м, достигая иногда 467 м. На строении современного рельефа сказывается влияние скальных пород дочетвертичного возраста. Отдельные всхолмления относятся к формам ледниково-морской аккумуляции. Прикарская низменность является прибрежной абразионно-аккумулятивной равниной с отметками, не превышающими 100—150 м. Равнина сложена ледниково-морскими образованиями, и

на морфологии ее современной поверхности рельеф складчатого коренного основания не отражается

Большая часть рек Пай-Хоя имеет ступенчатый характер продольного профиля русел, крутое падение, быстрое порожистое течение. При выходе из области развития скальных пород реки меняют свой характер и текут спокойно в широких долинах.

Уральская предгорная область (B_2). Эта область представляет собой протягивающуюся вдоль западного склона Урала увалистую полосу, отметки поверхности которой изменяются в пределах 150—300 м. Рельеф области относительно сглаженный. На поверхности равнины развиты ледниковые, озерно-аллювиальные и флювиогляциальные отложения средне- и верхнечетвертичного возраста, перекрывающие коренные породы.

Уральская горная область (B_3). Эта область выделена в границах средне- и высокогорной части Уральского хребта. В северной части области отдельные вершины хребта достигают 1000—1100 м (гора Колокольня 1073 м), а в средней — высоты увеличиваются до 1500 м и более (гора Народная 1894 м). Отметки южной части не превышают 1000 м.

Для области характерна резкая расчлененность рельефа, многочисленные гребни, а также обилие свежих ледниковых форм. Сохранились каровые леднички и многочисленные снежники; интенсивно развиты процессы морозного выветривания. Покров четвертичных отложений на большей части площади области практически отсутствует. По степени расчлененности рельеф Урала на севере и в средней части относится к высокогорному, а в южной — к среднегорному. Реки Урала образуют узкие долины со скалистыми берегами. Продольные профили русел рек имеют большие уклоны.

2. ФОРМАЦИИ И ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

В основу инженерно-геологической характеристики территории положен принцип формационного и литолого-генетического расчленения описываемых регионов.

Среди поверхностных отложений выделяются следующие формации: 1) послеледниковая, 2) морских трансгрессий, 3) ледниково-морская, 4) калининского (зырянского) оледенения, 5) московского оледенения, 6) днепровского оледенения, 7) перигляциальная, 8) межледниковая и 9) доледниковая.

В коренных отложениях выделяются формации: 1) терригенная, 2) терригенно-угленосная, 3) терригенно-карбонатная, 4) карбонатная и 5) метаморфическая.

На большей части рассматриваемой территории поверхностные отложения залегают сплошным покровом значительной мощности. Поэтому на инженерно-геологической карте (см. прил. 5) представлены формации четвертичных отложений. Формации коренной основы показаны только в пределах Уральской горной области и на некоторых возвышенностях Канино-Тиманской, Пайхойской и предгорной Уральской областей, где покров четвертичных отложений либо отсутствует, либо представлен элювиально-делювиальными образованиями небольшой мощности. Контуры распространения формаций коренных пород для всей территории показаны на зарамочной схеме масштаба 1 : 7 500 000.

Внутри каждой формации выделены сходные по фациальным условиям типы сочетаний горных пород, имеющих определенный воз-

раст и литологический состав, т. е. литолого-генетические комплексы горных пород.

В пределах распространения формаций поверхностных и коренных отложений выделяются следующие генетические типы горных пород (табл. 23).

Таблица 23

Генетические типы горных пород

Формации	Комплексы
Формации поверхностных отложений	
Послеледниковая	Аллювиальный — alQ_{III-IV} Озерно-аллювиальный — $laI_{Q_{III}}$
Морских трансгрессий	Морской — $m_{Q_{III-IV}}$ Морской $mN-Q_{II}$ (только для разреза)
Ледниково-морская	Ледниково-морской — $glm_{Q_{II-III}}$
Калининского (зырянского) оледенения	Ледниковый — $glQ_{III} kl(zr)$
Московского оледенения	Флювиогляциальный — $lal, fglQ_{III} kl$
Днепровского оледенения	Ледниковый — $glQ_{II} ms$
Перигляциальная	Ледниковый — $glQ_{II} dn$
Межледниковая	Флювиогляциальный — $lal, fglQ_{II}$
Доледниковая	Озерно-аллювиальный — $laI_{Q_{II} od}$ (только для разреза) Озерно-аллювиальный — $laIN-Q_{I-II}$ (только для разреза)
Формации пород коренной основы	
Терригенная	Глинисто-песчаный* Песчано-глинистый Песчано-алеврито-глинистый
Терригенно-угленосная	Алевритито-песчанико-аргиллитовый
Терригенно-карбонатная	Алевритито-песчанико-аргиллитовый
Карбонатная	Песчанико-известняковый
Метаморфическая	Известняково-доломитовый Сланцево-гнейсовый

* На первом месте стоит доминирующая порода.

На инженерно-геологической карте районы распространения геолого-генетических комплексов горных пород отображены оттенками цвета формации, в составе которой они выделены.

Ввиду того что одноименные формации в большинстве случаев распространены в различных регионах и областях, описание выделенных формаций и инженерно-геологических районов (литолого-генетических комплексов) приведено в целом для всей территории.

Формации поверхностных отложений

Аллювиальный комплекс послеледниковой формации, представленный современными и верхнечетвертичными отложениями, имеет ограниченное развитие. Отложениями этого возраста сложены поймы и первые надпойменные террасы рек. В масштабе карты они показаны только в пределах крупных долин. Комплекс сложен иловатыми песками с прослоями супесей, в основании которых обычно залегают гравийно-галечные отложения; мощность отложений колеблется от 2 до 10 м. Подстилающими породами являются ледниковые, ледниково-морские и флювиогляциальные образования, реже коренные породы.

Озерно-аллювиальный комплекс послеледниковой формации развит на склонах в пределах озеровидных расширений речных долин и на некоторых участках водоразделов. Комплекс сложен осадками верхне-четвертичного возраста, представленными разнотекстурными песками с прослоями супесей и суглинков. Мощность отложений 5—10 м, изредка более. Подстилающими породами являются ледниковые и ледниково-морские образования.

Формация морских трансгрессий представлена двумя комплексами: морских верхнечетвертичных и современных отложений и морских неоген-среднечетвертичных.

Морской комплекс современных и верхнечетвертичных осадков мощностью от 10—20 до 40—50 м получает развитие на севере территории. Ими сложены прибрежно-морские террасы и террасы приустьевых участков некоторых рек. Породы комплекса представлены песками, суглинками, супесями, иногда с примесью галечного и валунного материала. Отложения комплекса подстилаются ледниково-морскими образованиями.

Морской комплекс неоген-четвертичного возраста также широко распространен в северной части рассматриваемой территории. Отложения комплекса вскрыты несколькими скважинами на относительно большой глубине; их мощность в среднем составляет 40—60 м. Литологически комплекс представлен переслаивающимися суглинками и супесями с прослоями песков. Подстилающими отложениями являются коренные породы.

Ледниково-морская формация пользуется наибольшим развитием в северной части рассматриваемой территории в пределах всех геоморфологических областей. Она представлена комплексом верхне- и среднечетвертичных ледниково-морских образований. Ледниково-морской комплекс сложен суглинками с галькой и валунами, включающими линзы песчано-гравийных отложений. Его мощность может достигать 80—100 м. Подстилающими комплекс отложениями являются породы коренной основы, а также неогеновые и четвертичные морским и озерно-аллювиальными образованиями.

Ледниковый комплекс формации калининского (зырянского) оледенения получает распространение в западной части равнины Западного Притиманья, на востоке Печорской равнины, а также в пределах Пайхойской и Уральской геоморфологических областей. Он сложен верхнечетвертичными ледниковыми отложениями, представленными валунными суглинками с линзами песчаных отложений. Мощность пород комплекса колеблется от 1—2 до 15—20 м. Подстилающими породами на западе являются отложения среднечетвертичного возраста, на северо-востоке — преимущественно коренные породы.

Флювиогляциальный комплекс формации калининского (зырянского) оледенения получает распространение в районах, смежных с районами развития ледникового комплекса этой же формации, т. е. в центральной части равнины Западного Притиманья и на востоке Печорской равнины. Комплекс сложен верхнечетвертичными флювиогляциальными и неразделенными озерно-аллювиальными и флювиогляциальными отложениями, представленными песками и супесями, с гравием, галькой и валунами. Мощность осадков изменяется в пределах 10—30 м. Породы комплекса обычно подстилаются среднечетвертичными ледниковыми или ледниково-морскими образованиями, иногда коренными породами.

Ледниковый комплекс формации московского оледенения развит в пределах равнины Западного Притиманья и в ряде районов Канино-Тиманской области. Он сложен валунными суглинками среднечетвер-

тичного возраста, включающими песчаные линзы. Мощность морены колеблется от 2—5 до 15—20 м, уменьшаясь в восточном направлении. Подстилающими породами являются отложения одиноцкого горизонта, суглинки и глины днепровского оледенения или коренные породы.

Ледниковый комплекс формации днепровского оледенения развит в южной части Притиманской, Канино-Тиманской и Печорской областей. Выходы этих отложений наблюдаются в виде отдельных участков. Комплекс представлен валунными суглинками, включающими линзы песков. Мощность отложений редко превышает 30—40 м. Осадки комплекса лежат на неразделенных отложениях неогеновой и четвертичной систем и на породах коренной основы.

Флювиогляциальный комплекс перигляциальной формации распространен в южной части рассматриваемой территории на водоразделах бассейнов рек Вычегды, Печоры и Ижмы. Здесь развиты разнотернистые пески с прослоями супесей, гравийно-галечного материала и редких валунов. Эти отложения относятся к нерасчлененным озерно-аллювиальным и флювиогляциальным образованиям среднечетвертичного возраста. Мощность осадков изменяется от 10 до 30 м и более. Отложения залегают на породах днепровского горизонта или на ледниково-морских отложениях.

Озерно-аллювиальный комплекс межледниковой формации имеет прерывистое распространение и выделяется только на юге равнины Западного Притиманья. Выходы пород комплекса наблюдаются лишь в долинах рек и в масштабе карты не могут быть показаны. Слагающими отложениями являются пески, супеси и ленточные глины одиноцкого горизонта среднечетвертичного возраста, мощность которых не превышает 15—20 м.

Озерно-аллювиальный комплекс доледниковой формации представлен континентальными неогеновыми и четвертичными осадками, получающими развитие на юге равнины Западного Притиманья и в верхнем течении р. Печоры. Комплекс сложен песками и галечниками с прослоями супесей и суглинков общей мощностью до 20—30 м. Эти отложения выполняют древние эрозионные врезы в коренных породах и обычно перекрыты мореной днепровского оледенения. Они не выходят на дневную поверхность и вскрываются только скважинами.

Формации пород коренной основы

Глинисто-песчаный комплекс терригенной формации развит в центральных частях равнины Западного Притиманья и в пределах Печорской равнины. Возраст отложений оксфордско-аптский. Комплекс сложен глинами и алевролитами с прослоями песков, реже песчаников. Их мощность изменяется от 50—100 м в пределах равнины Западного Притиманья до 300—350 м в западной части Печорской равнины.

Песчано-глинистый комплекс терригенной формации, представленный отложениями бат-келловея, на большей части площади залегает под породами оксфордско-аптского возраста. Комплекс сложен преимущественно песками с прослоями алевролитов и глин. Мощность отложений изменяется от нескольких десятков до 120—130 м.

Песчанико-алевролитово-глинистый комплекс терригенной формации выделен в восточной части Печорской равнины. Возраст отложений верхнемеловой. Литологически комплекс представлен песчаниками, алевролитами, сланцевыми глинами; встречаются прослои конгломератов. Мощность отложений обычно не превышает 100—150 м.

Алевролито-песчанико-аргиллитовый комплекс терригенной формации в пределах равнины Западного Притиманья и Печорской аккумулятивной равнины представлен отложениями верхней перми и триаса, а на площади Канино-Тиманской равнины — породами среднего девона. Мощность отложений на Тимане около 100—200 м, в западном и центральном районах бассейна р. Печоры — обычно не превышает 500—700 м, а восточнее, в Предуральском прогибе, увеличивается до нескольких тысяч метров. Комплекс сложен алевролитами, песчаниками и аргиллитами с подчиненными прослоями конгломератов.

Алевролито-песчанико-аргиллитовый комплекс терригенно-угленосной формации получает развитие в северо-восточной части Печорской области, на сопредельных площадях Уральской предгорной области и отчасти в Пайхойской области. В его сложении принимают участие породы нижней и верхней перми, представленные алевролитами, песчаниками, аргиллитами и углями. Мощность пород комплекса исчисляется несколькими тысячами метров.

Песчанико-известняковый комплекс терригенно-карбонатной формации в области Канино-Тиманской равнины представлен отложениями силура и верхнего девона, в пределах Печорской равнины — отложениями девона, а в Пайхойской и Уральской областях — отложениями ордовика. К терригенно-карбонатной формации отнесены также отложения нижней перми, развитые на юго-востоке Печорской равнины. Слагающими породами являются песчаники, известняки, алевролиты, мергели. Мощность отложений изменяется от 300—400 м до нескольких тысяч метров.

Известняково-доломитовый комплекс карбонатной формации сложен в Канино-Тиманской и Печорской областях каменноугольными и нижнепермскими известняками, доломитами, мергелями, местами содержащими гипсы и ангидриты. В Урало-Пайхойском регионе в состав комплекса входят частично метаморфизованные отложения силура, девона и карбона, представленные преимущественно карбонатными породами мощностью от 300—500 до 1000 м и более.

В сложении метаморфической формации принимают участие отложения кембрийского и более древнего возраста, выделенные в сланцево-гнейсовый комплекс. Он выведен на поверхность или прикрыт маломощными четвертичными отложениями в пределах Уральской и Пайхойской областей и на некоторых участках Канино-Тиманской области. На остальной части территории комплекс залегает на большой глубине. Во всех областях слагающими породами являются различно метаморфизованные осадочные и магматические образования. Широким развитием здесь пользуются различные сланцы, кварциты, мраморизованные доломиты, известняки, интрузии гранитоидного и основного состава. Мощность отложений исчисляется тысячами метров.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП ПОРОД

Сходные по инженерно-геологическим характеристикам породы различных геолого-генетических комплексов объединяются в следующие инженерно-геологические группы:

в формациях поверхностных отложений: а) связные породы с включением обломочных; б) связные породы с песчаными; в) песчаные породы со связными; г) песчаные породы;

в формациях коренной основы: а) скальные породы; б) скальные породы с полускальными; в) полускальные породы; г) полускальные.

породы с пластичными; д) песчаные породы с пластичными; е) пластичные породы с песчаными.

Ниже приведена характеристика выделенных групп.

Связные породы с включением обломочных распространены в западной и южной частях Притиманской области и в средней части Канино-Тиманской, где они представлены отложениями ледниковых комплексов формаций калининского и московского оледенений. На востоке Печорской области, а также в пределах Пайхойской и Уральской предгорной областей данная группа сложена осадками ледникового комплекса формации зырянского оледенения. К связным породам с обломочными отнесены отложения ледникового комплекса формации днепровского оледенения, получающие островное распространение в пределах южной части Притиманской, Канино-Тиманской и Печорской областей. Слагающими породами являются тяжелые и средние суглинки, содержащие плохо окатанный грубообломочный материал. Количество гравия, гальки и валунов в толще составляет 5—15%, иногда несколько больше. Размер валунов обычно не превышает 12—15 см. Характерным для строения этой толщи является наличие в ней песчаных линзообразных прослоев.

Физическое состояние пород этой группы характеризуется естественной влажностью, изменяющейся в пределах 7—22%. Объемный вес суглинков при естественной влажности составляет 1,85—2,40 г/см³, а скелета грунта 1,82—1,86 г/см³. Верхний предел пластичности изменяется от 18 до 37, нижний от 11 до 24. Число пластичности 7—13. В вертикальном разрезе число пластичности обычно изменяется незначительно. Консистенция пород твердая, полутвердая или пластичная. Пористость пород колеблется в пределах 21—44%. С глубиной обычно уменьшается пористость и естественная влажность и, следовательно, увеличивается уплотненность пород. В естественных условиях крутизна и высота откосов зависят от влажности грунта, с увеличением которой сильно уменьшается связность. В сухом состоянии эти породы могут иметь вертикальные откосы. Суглинистые породы слабоводопроницаемы и коэффициент фильтрации у них не превышает 0,1—0,24 м/сутки.

Водопроявления обычно приурочены к линзам и прослоям песчаных отложений в толще моренных суглинков, которые могут быть встречены на различных глубинах. Подземные воды грунтовые и напорные. Расходы скважин и источников редко достигают нескольких десятых долей литра в секунду. Воды пресные с минерализацией 0,1—0,5 г/л, обладают выщелачивающей, реже общекислотной агрессивностью.

Допускаемые нагрузки от 0,5 до 6 кГ/см². В качестве оснований пригодны для средних и легких сооружений.

Группа связных пород с песчаными представлена отложениями ледниково-морского комплекса одноименной формации и распространена в северной части рассматриваемой территории. Она получает развитие во всех областях. По своим инженерно-геологическим свойствам эта группа очень близка к описанной выше группе связных пород с включением обломочных, от которой отличается более широким распространением песчаных включений и несколько меньшим количеством грубообломочного материала. Преобладающими в описываемой группе пород являются суглинки — от средних до тяжелых, плотные, грубопесчанистые, неяснослоистые. Подчиненное значение имеют легкие и тяжелые супеси, плотные, неясно- и тонкослоистые. Встречаются прослои разнозернистых песков с гравием, галькой и валунами. Количество обломочного материала обычно не превышает

3—5 и редко достигает 10—15%. Валуну распределены в породе неравномерно. Суглинки отличаются однородностью гранулометрического состава по простираанию и в вертикальном разрезе.

В среднем число пластичности связных пород достигает 10—15 при значениях верхнего и нижнего пределов соответственно 25—35 и 15—20. В естественном состоянии влажность отложений может достигать 20—25%. Объемный вес грунта с естественной влажностью 1,88—2,12 г/см³. Пористость составляет 32—46%. В естественных условиях описываемые отложения держат откосы крутизной в среднем 35—45°.

Песчаные прослои отличаются относительно хорошей сортированностью, однородностью гранулометрического состава в горизонтальном и вертикальном направлениях. Объемный вес скелета грунта 1,4—1,5 г/см³ при пористости 35—46%. Коэффициент фильтрации достигает 2—7 м/сутки. В естественных обнажениях песчаные толщи держат уступы крутизной в среднем до 45°. Они легко подвергаются осыпям. Водоносность песчаных прослоев чаще незначительна, в отдельных случаях расходы скважины достигают 1,0 л/сек. Воды преимущественно напорные. Глубина их залегания различная. Минерализация 0,1—1,0 г/л. Агрессивность выщелачивающая, реже общекислотная.

В качестве оснований связные породы с песчаными пригодны для легких и средних сооружений с допускаемой нагрузкой 0,5—6 кг/см².

В группу песчаных пород со связными отнесены отложения морских комплексов формации морских трансгрессий и озерно-аллювиальных комплексов послеледниковой и доледниковой формаций. Породы данной группы получают распространение во всех областях. Отложения морского комплекса верхнечетвертичных и современных образований развиты на побережье и ими сложены прибрежно-морские террасы. Морские неоген-четвертичные породы вскрываются скважинами на севере рассматриваемой территории. Отложения озерно-аллювиального комплекса послеледниковой формации получают развитие в пределах широких речных долин и на некоторых участках водоразделов. Отложения озерно-аллювиального комплекса доледниковой формации вскрываются скважинами только на юге рассматриваемой территории. Преобладающими породами являются разнородные пески с горизонтальной, иногда слабоволнистой слоистостью. Наблюдается перемежаемость тонких глинистых песков с линзами песка, грубого, несортированного и плохо окатанного. Подчиненное положение в разрезе занимают супеси, суглинки и ленточные глины.

Для песков характерна высокая пористость — в пределах 37—45% и низкая естественная влажность. Объемный вес скелета грунта 1,43—1,45 г/см³. Коэффициент фильтрации от десятых долей до 7 м/сутки. Для связных пород среднее значение верхнего предела пластичности достигает 30, нижнего 20. По показателям консистенции отложения находятся в пластичном, реже в твердом состоянии. Естественная влажность достигает 20—25%. Объемный вес при естественной влажности равен 1,88—2,15 г/см³.

Глубина залегания подземных вод в рассматриваемых отложениях колеблется в интервалах 0—10 м и более. Воды преимущественно безнапорные, обладают выщелачивающей, реже общекислотной, в отдельных случаях углекислотной агрессивностью. Водоносность пород характеризуется расходами скважин и источников от ничтожных долей до 0,5—1,0, реже 2,0—3,0 л/сек. По степени минерализации воды ультрапресные и пресные.

Большая часть пород данной группы обладает слабой несущей способностью — допускаемая нагрузка не превышает $1\text{--}2 \text{ кг/см}^2$. Поэтому они могут служить естественным основанием только для временных и мелких сооружений. Крупные сооружения требуют устройства искусственного основания. Исключением являются связные грунты морского комплекса, обладающие несколько большей несущей способностью.

К группе песчаных пород отнесены отложения флювиогляциального комплекса формации калининского (зырянского) оледенения, получающие развитие в центральной части Притиманской и на востоке Печорской областей, а также отложения флювиогляциального комплекса перигляциальной формации, широко распространенные на юге Притиманской и Печорской областей и ограничено — в южной части Уральской предгорной области. Кроме того, в группу песчаных пород отнесены отложения аллювиального комплекса послеледниковой формации, приуроченные к долинам. Здесь получают развитие пески, содержащие прослой супесей и песчано-гравийного материала с редкими валунами. Пески разнозернистые, часто глинистые и пылеватые. Супеси неяснослоистые, иловатые. Гравийно-галечные отложения содержат преимущественно окатанную гальку, реже угловатую до 7 см в диаметре. Заполнителем служит песок от мелко- до крупнозернистого, сравнительно часто хорошо отмытый. Встречаются редкие валуны.

Физическое состояние грунта характеризуется естественной влажностью до $10\text{--}12\%$; влажность пльвунообразных песков достигает $18\text{--}28\%$ при пористости $35\text{--}45\%$. Объемный вес скелета грунта $1,31\text{--}1,81 \text{ г/см}^3$. Коэффициент фильтрации изменяется от десятых долей до 26 м/сутки , в отдельных случаях может достигать 40 м/сутки .

Водоносность песчаных пород характеризуется расходами многочисленных источников и скважин и определяется величиной от десятых долей до $1\text{--}2$, реже 3 л/сек . Глубина залегания подземных вод $0\text{--}10 \text{ м}$ и более. Воды безнапорные, ультрапресные, реже пресные, обладают выщелачивающей, реже общекислотной, в отдельных случаях — углекислотной агрессивностью.

Песчаные породы флювиогляциальных комплексов являются благоприятными для строительства. Они обладают хорошей водоотдачей, легко дренируются и поэтому менее подвержены пучению в зимнее время. В выемках и карьерах держат откосы в $30\text{--}40^\circ$. Допускаемые нагрузки от $0,5$ до 6 кг/см^2 . В качестве оснований пригодны для возведения средних сооружений.

В группу скальных пород входят отложения сланцево-гнейсового комплекса метаморфической формации и известняково-доломитового комплекса карбонатной формации, развитые в пределах всех областей, исключая равнину Западного Притиманья. Сланцево-гнейсовый комплекс представлен значительно литифицированными терригенными и метаморфическими породами, включая эффузивы и интрузивы, а известняково-доломитовый — преимущественно карбонатными породами с подчиненными прослоями терригенных.

Породы этой группы практически несжимаемые. Их пористость редко превышает $1\text{--}3\%$. Объемный вес колеблется в пределах $2,60\text{--}2,80 \text{ г/см}^3$. Временное сопротивление сжатию обычно более 500 кг/см^2 . Допускаемые нагрузки преимущественно до $30\text{--}40 \text{ кг/см}^2$, реже $15\text{--}20 \text{ кг/см}^2$. В выемках допускаются очень крутые и вертикальные откосы прямого очертания.

Подземные воды, приуроченные к верхней наиболее разрушенной части разреза, т. е. в основном к зоне развития элювиально-делювиаль-

ных отложений, до глубины примерно 10 м по степени минерализации относятся к пресным и ультрапресным. Водообильность пород характеризуется расходами скважин в 1—2, реже 4 л/сек. Воды безнапорные, обладают выщелачивающей, сульфатной и реже общекислотной агрессивностью.

Скальные породы в качестве оснований пригодны для всех тяжелых сооружений.

К группе скальных пород с полускальными и отнесены отложения песчанико-известнякового комплекса терригенно-карбонатной формации и алевролитно-песчанико-аргиллитового комплекса терригенно-угленосной формации, распространенные в Канино-Тиманской и Печорской областях, а также в пределах Урало-Пайхойского региона.

Песчанико-известняковый комплекс представлен преимущественно терригенными породами (песчаниками, алевролитами, аргиллитами), переслаивающимися с карбонатными толщами — известняками и доломитами. Карбонатные породы комплекса относятся к скальным. Среди пород алевролитно-песчанико-аргиллитового комплекса к скальным относятся относительно хорошо литифицированные песчаники.

Скальные породы, разбитые редкими трещинами, обладают пористостью до 3—5%. Примерно в таких же пределах колеблется пористость и полускальных пород, однако они более трещиноваты, причем аргиллиты часто разбиты сетью «волосных» трещин. Объемный вес пород чаще всего 2,50—2,70 г/см³. Временное сопротивление сжатию скальных пород около 500 кГ/см², реже несколько выше, а полускальных до 300—400 кГ/см².

Водоносные горизонты, приуроченные к верхней, наиболее выветрелой части разреза, характеризуются удельными расходами скважин, обычно не превышающими десятых долей литра в секунду. Воды по степени минерализации пресные, безнапорные, обладают выщелачивающей реже сульфатной агрессивностью.

Допускаемая нагрузка на скальные породы 15—40 кГ/см². Они пригодны в качестве оснований под тяжелые сооружения. При наличии в разрезе грунтов основания аргиллитовых толщ, несущая способность полускальных пород может не превышать 6 кГ/см² и в таком случае они пригодны в качестве оснований только для средних сооружений.

К полускальным породам относятся отложения алевролитно-песчано-аргиллитового комплекса терригенной формации, развитые преимущественно в пределах Печорской равнины. Среди пород алевролитно-песчанико-аргиллитового комплекса наивысшими прочностными свойствами обладают песчаники.

Полускальные породы слабосжимаемые, средней крепости. Временное сопротивление сжатию обычно колеблется в пределах 250—450 кГ/см². В выемках допускаются крутые и даже вертикальные откосы прямого очертания.

Водоносность пород характеризуется расходами источников, не превышающими 1—2 л/сек. Воды безнапорные, по степени минерализации пресные, обладают выщелачивающей агрессивностью.

Породы выдерживают нагрузки от 5—10 до 15—20 кГ/см². Они могут служить основанием для средних и тяжелых сооружений.

В группу полускальных с пластичными входят породы терригенной формации алевроито-песчанико-аргиллитового комплекса, развитые в пределах равнины Западного Притиманья, и песчанико-алевролитно-глинистого комплекса, распространенного в северо-восточной части Печорской равнины. В толще наравне с песчаниками встречаются пески и алевролиты, которые обычно слаболитифицированы.

Большая часть аргиллитов по степени литификации мало отличается от тугопластичных глин.

Породы рассматриваемой группы, особенно глинистые их разновидности, сжимаемые. К породам средней крепости можно отнести лишь часть более литифицированных песчаников.

Водоносность отложений алевролитово-песчаниково-аргиллитового комплекса характеризуется удельными расходами скважин, обычно не превышающими сотые доли литра в секунду. Более водоносными могут оказаться породы песчаниково-алевролитово-глинистого комплекса, водоносность которых определяется удельными расходами скважин, достигающими нескольких литров в секунду. Воды преимущественно безнапорные, по степени минерализации пресные, характеризуются выщелачивающей агрессивностью.

Породы рассматриваемой группы обычно выдерживают нагрузки не более $5\text{--}10 \text{ кг/см}^2$. В качестве оснований могут служить средним сооружениям.

К группе песчаных пород с пластичными отнесены отложения песчано-глинистого комплекса терригенной формации, пользующиеся распространением на площади Западного Прикамья и Печорской равнины.

Пористость песков различной зернистости и степени плотности изменяется в пределах $30\text{--}40\%$. Их естественная влажность обычно не превышает 10% . Объемный вес воздушно-сухого скелета грунта колеблется от $1,4$ до $1,6 \text{ г/см}^3$. Глины характеризуются пористостью до $40\text{--}50\%$ и числом пластичности порядка $13\text{--}18$. Их объемный вес при естественной влажности около $1,8\text{--}2,0 \text{ г/см}^3$. Породы иногда значительно сжимаемые.

К пескам зачастую приурочены скопления как грунтовых, так и артезианских вод. Водоносность пород характеризуется удельными расходами скважин, которые колеблются от десятых долей до нескольких литров в секунду. Воды пресные, обладают выщелачивающей, реже общекислотной агрессивностью.

Допускаемая нагрузка на песчаные и пластичные породы чаще всего не должна превышать $5\text{--}6 \text{ кг/см}^2$. В качестве оснований они пригодны под средние, реже легкие сооружения.

В группу пластичных пород с песчаными входят отложения глинисто-песчаного комплекса терригенной формации, распространенные на площади Печорской равнины и равнины Западного Прикамья. По физическим свойствам породы этой группы практически не отличаются от пород группы песчаных с пластичными.

Песчаные породы обычно вмещают только спорадические скопления подземных вод. Допускаемая нагрузка на породы комплекса также не должна превышать $5\text{--}6 \text{ кг/см}^2$. Породы могут служить грунтами оснований мелких, реже средних сооружений.

4. СОВРЕМЕННЫЕ ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ

К современным физико-геологическим явлениям, значительно осложняющим инженерно-геологические условия территории, следует отнести наличие многолетнемерзлых толщ, карстопоявления, заболоченность обширных площадей и оползневые явления, наблюдающиеся по склонам долин крупных и средних рек.

*Характеристика многолетнемерзлых пород
и связанных с ними явлений термокарста и солифлюкции*

Северная часть рассматриваемой территории находится в области распространения многолетнемерзлых пород. Своеобразная инженерно-геологическая обстановка в области распространения этих толщ требует специальных методов проектирования и строительства сооружений. С мерзлотными процессами тесно связаны термокарстовые и солифлюкционные формы микрорельефа.

При решении инженерных задач наибольший практический интерес представляют физические свойства мерзлых пород формаций поверхностных отложений, которые будут служить грунтами для основания большинства инженерных сооружений. В зависимости от температуры мерзлых пород их прочностная характеристика, связанная с фазовым состоянием заключенной в грунте воды, изменяется в широких пределах. В породах формаций коренной основы мерзлотные явления на несущую способность грунтов оказывают незначительное влияние. Описание инженерных свойств мерзлых пород дано на основании большого опыта строительства промышленных и гражданских сооружений на площади Воркутинского промышленного района (Жуков, 1958; Бакалов, 1960; Теория и практика мерзлотоведения в строительстве, 1965).

Температура мерзлых пород на большей части площади изменяется от 0 до минус 2°C , вследствие чего возможны фазовые переходы воды, резко изменяющие состояние мерзлых пород и их инженерные свойства. Для мерзлых пород обычно характерна значительная льдонасыщенность. В пределах Воркутинского района на участках пятнистой тундры связные породы, температура которых изменяется от минус 0,4 до минус $2,4^{\circ}\text{C}$, характеризуются коэффициентом льдонасыщенности 0,51—0,67. На участках, занятых мелкобугристой тундрой с более мягким температурным режимом (0 — минус $0,15^{\circ}\text{C}$), коэффициент льдонасыщенности связных пород колеблется от 0,14 до 0,40. Коэффициент льдонасыщенности глинистых пород также зависит от их дисперсности и может достигать 0,96. Менее связные породы — пылеватые суглинки — при температуре минус $0,3$ — $0,5^{\circ}\text{C}$ имеют коэффициент льдонасыщенности около 0,52—0,64. Коэффициент льдонасыщенности несвязных пород — мерзлых пылеватых песков — при температуре минус $0,3$ — $0,4^{\circ}\text{C}$ составляет 0,86—0,96.

Формы и размеры включений льда в зависимости от гранулометрического состава вмещающих пород различные. Для группы песчаных пород более характерно равномерное распределение льда-цемента; здесь прослои и линзы льда встречаются редко. В песчаных породах со связными и особенно в группах связных пород ледяные включения наблюдаются чаще. Они представлены отдельными линзами и прослоями толщиной до нескольких сантиметров.

По характеру расположения льда мерзлые породы имеют массивную, слоистую или сетчатую текстуры. Для песчаных пород, где отсутствуют ледяные включения, видимые невооруженным глазом, характерна массивная текстура. Для остальных инженерно-геологических групп поверхностных отложений свойственны сетчатая и слоистая криогенные текстуры. Сетчатая текстура имеет вид ледяной сетки, в ячейках которой заключены минеральные частицы, а слоистая — характеризуется чередованием линз и прослоев льда с минеральными прослоями.

Повышенные прочностные свойства при прочих равных условиях свойственны породам, имеющим массивную текстуру, а наиболее низкие характерны для пород слоистой текстуры. Сопротивление мерзлых пород нагрузкам определяется действующими в них силами сцепления.

Величина последних зависит от глубины залегания пород, гранулометрического состава, температурных условий и влажности, а также от времени действия нагрузки. При мгновенных нагрузках наибольшей величиной сцепления обладают песчаные породы, но предельно длительные величины сил сцепления характерны для связных пород. С понижением температур связные породы увеличивают свою длительную прочность значительно быстрее, чем песчаные. Прочность мерзлых пород, как правило, возрастает в зависимости от увеличения глубины их залегания.

Уплотнение и осадка рыхлых пород при оттаивании определяется также их криогенными текстурами. Большая сжимаемость при оттаивании характерна для связных и связных с песчаными групп пород. В Воркутинском районе наибольшей уплотняемостью обладают озерно-аллювиальные суглинки, льдистость которых может достигать 90%. Относительная максимальная их осадка при оттаивании достигает 50% от мощности мерзлого слоя.

В районах распространения мерзлых пород необходимо предусмотреть специальный метод строительства с определенным режимом эксплуатации. Исходя из существующей практики, в Воркутинском районе для площадей развития сплошной многолетней мерзлоты рекомендуется способ строительства с сохранением мерзлого состояния пород. В южных районах островного развития многолетнемерзлых пород, где наблюдаются отчетливые явления деградации мерзлоты, наиболее эффективен метод строительства с предпостроечным протаиванием основания. Решению каждого отдельного случая строительства должны предшествовать мерзлотные и инженерно-геологические изыскания.

Практика строительства шахт на Воркутском месторождении показала, что в условиях развития многолетнемерзлых пород резко осложняется проходка горных выработок. Осложнения чаще всего происходят в результате оттаивания рыхлых отложений, которые при этом изменяют свои первоначальные инженерно-геологические свойства. Так, суглинки и глинистые породы при оттаивании приобретают мягкопластичные и даже текучие свойства. Оттаявшие пески и гравийно-галечные отложения теряют устойчивость в вертикальных стенках, в связи с чем создается опасность просадки и даже обрушения постоянного крепления. При этом для вертикальных стволов характерны разрушения бетонной части крепления, приводящие в отдельных случаях к перекосам стволов. Такие осложнения отмечались при проходке вертикальных стволов шахт № 19 и 27.

При эксплуатации наклонных стволов наблюдаются еще более значительные деформации. Развивающееся в результате оттаивания рыхлых пород значительное горное давление влечет за собой деформацию крепления. Такие осложнения имели место при эксплуатации наклонных стволов шахт № 4, 5 и 6.

В практике строительства шахт для предотвращения возможного оттаивания рыхлых пород за крепью стволов применяются специальные конструкции крепления шейки стволов.

Условия проходки стволов шахт и горно-подготовительных выработок в породах коренной основы с инженерно-геологической точки зрения следует признать благоприятными. При оттаивании повышенное давление на крепь может наблюдаться при сильной трещиноватости пород в зонах тектонических нарушений.

В области распространения мерзлых толщ широко развиты процессы пучения грунтов. Особенно активно они происходят в толще сезонно талого слоя, сложенного влагоемкими породами преимущественно глинистого состава.

С многолетнемерзлыми породами связаны термокарстовые и солифлюкционные явления. Термокарстовые процессы возникают на участках нарушения естественного теплового состояния поверхностных отложений и обусловлены вытаиванием из толщ горных пород ледниковых включений. Наибольшее развитие эти процессы получают на участках, где создаются благоприятные условия для вытаивания торфяников и подстилающих их дисперсных разностей связных пород, суммарная льдистость которых иногда может превышать 70% (Конищев, 1959; Уваркин, 1960; Уваркин и Жукова, 1964).

Наиболее распространенной формой термокарстового рельефа среди торфяников Воркутинского района являются заболоченные или занятые озерами котловинообразные понижения. Котловины имеют почти отвесные торфяные берега высотой до 4 м. Размеры в поперечнике отдельных озерных котловин более 1 км, а глубина их обычно менее 2 м.

Меньшим распространением в области развития мерзлых толщ пользуются термокарстовые блюдца и воронки. Первые образуются на участках значительных скоплений сегрегационных льдов, а вторые — в местах вытаивания повторножильных льдов. Блюдца имеют размеры в поперечнике от 10 до 40 м; их глубина не более 0,4—0,6 м. Воронки, глубина которых достигает 2,5 м, а диаметр 1—2 м, частично заполнены водой.

На участках отсутствия торфяного покрова термокарстовые формы рельефа (западины и озерные котловины) встречаются значительно реже. Широким развитием они пользуются вблизи южной границы области распространения мерзлых толщ и образуются на участках, занятых значительно льдонасыщенными преимущественно глинистыми породами.

В результате термокарстовых процессов образуется останцево-полигональный мезорельеф, особенно четко выраженный на участках распространения льдонасыщенных глинистых пород. Останцы вытянутой или округлой формы имеют размеры в поперечнике до 100—150 м. Линейно вытянутые западины, в большинстве случаев заболоченные, имеют ширину 10—50 и глубину 1—5 м. Часть бессточных западин занята озерами.

Провальные озера, связанные с вытаиванием ледяных ядер бугров пучения, встречаются редко.

Солифлюкционные явления развиты в пределах рассматриваемой площади на участках, не занятых торфяниками. Процессам солифлюкции обязаны особые формы микрорельефа, валы, натечные языки и грядки; иногда образуются обширные натечные террасы. Высота этих форм рельефа не превышает 1—2 м. Часто солифлюкционные массы имеют в плане языковидные формы длиной до 70—100 и шириной 10—15 м.

Характеристика карстопроявлений

Растворимые горные породы в пределах описываемой территории развиты довольно широко. Наиболее интенсивные процессы выщелачивания горных пород с самыми разнообразными формами карстопроявлений наблюдаются в районах неглубокого залегания карбонатных отложений нижнепермского и каменноугольного возраста. Несколько менее распространен карст в карбонатных породах верхнепротерозойского, ордовикского, силурийского, девонского и верхнепермского возраста, а также карст, связанный с выщелачиванием гипсов из девонских и пермских отложений

Карстопоявления в пределах рассматриваемой территории изучены недостаточно. Все сведения о распространении карста и его формах получены в результате попутных наблюдений при геологических исследованиях различного профиля и поэтому в ряде случаев отрывочны.

В пределах равнины Западного Притиманья карстопоявления отмечаются по ее восточной периферии в полосе перехода в Канино-Тиманскую область и в бассейне верхнего течения р. Северной Кельты, левого притока р. Вычегды. Карстующимися являются нижнепермские и каменноугольные породы карбонатной формации. Формы карстовых проявлений различные. Встречаются карстовые лога, имеющие форму извилистого желоба протяженностью 50—100 м. Их поперечное сечение корытообразное, ширина дна 7—20 м, высота бортов 1,5—3,0 м, уклон до 20°. Наблюдаются карстовые овраги V-образной формы, имеющие борта высотой до 8 м с крутизной склонов до 25—30°. Встречаются карстовые депрессии овального очертания длиной до 250 м и шириной в 50—80 м; крутизна склонов 5—10°. Иногда на склонах имеются пещерные углубления.

Менее развит карст, связанный с карбонатными верхнепермскими отложениями терригенно-карбонатной формации. Карстовые воронки до 40 м в диаметре и глубиной до 20—30 м наблюдаются в бассейне р. Вымы по ее притокам Елве и Весляне (Производительные силы Коми АССР, 1953).

На Северном Тимане в бассейне р. Малая Светлая В. И. Шляховым отмечен карст, развитый в каменноугольных и нижнепермских отложениях карбонатной формации. Здесь встречаются как одиночные карстовые воронки, так и их цепи, нередко образующие карстовые овраги щелевидной формы глубиной до 5 м.

Более активные карстопоявления, связанные с нижнепермскими, каменноугольными и верхнепротерозойскими породами, относящимися к карбонатной и метаморфической формациям, отмечены в пределах Среднего Тимана. Многочисленные провальные воронки, встречающиеся в бассейнах рек Печорской Пижмы, Цильмы, Мезени и Вымы, имеют размеры от 5 до 15—20 м в поперечнике и до 5—8 м в глубину. Эффектные карстопоявления в полосе развития доломитов карбонатной формации к юго-западу от Четласского камня описаны Э. А. Кальберг. В этом районе небольшой левый приток р. Мезени — р. Тыт-Виска берет начало из округлой формы озера Тыт-Вад, имеющего размеры до 2 км в поперечнике. Берега озера низкие, заторфованные. Истоки речки скрыты в карстовых полостях, и направление ее русла определяется только по ряду воронок и промоин, иногда заполненных водой. Речка выходит из карстовых полостей на поверхность лишь в 2—3 км от озера, но вскоре вновь исчезает. Южнее и восточнее Четласского камня на водораздельных пространствах левобережья р. Мезени и правобережья р. Вымы встречаются многочисленные просядочные понижения и карстовые воронки. Особенно развиты карстопоявления в районе среднего и верхнего течения р. Ворыквы, притока р. Вымы, которая в засушливое время года имеет подземный сток на протяжении около 10 км.

На Южном Тимане карстовые явления приурочены к карбонатным породам девонского, каменноугольного и нижнепермского возраста терригенно-карбонатной и карбонатной формаций. Современные карстовые явления здесь широко развиты; карст местами резко выражен, особенно на участках неглубокого залегания карбонатных и гипсоносных пород. Карстовые проявления наблюдаются в пределах речных террас р. Ижмы, где они представлены нишами различной формы,

наблюдаемыми в береговых обнажениях среди девонских гипсов и известняков. Располагаются ниши обычно по напластованию пород; их длина 0,5—1,5, высота 0,4—1,2 и глубина 0,4—0,8 м. Вблизи устья р. Ухты по обоим берегам р. Ижмы карстопоявления явились причиной образования значительных неровностей рельефа. Диаметр воронок различный: от 1—2 до 10—20 м и более, а их глубина достигает 3—4 м. В районе карьера Седью в франских известняках при разработке была вскрыта пещера, достигающая в высоту человеческого роста. Ее протяженность неизвестна.

Характерные карстовые явления отмечаются в бассейне р. Нема (Родионов, 1963). Здесь наблюдаются воронки овальной или неправильной формы, диаметр которых 5—15, а иногда 60 м, глубина до 8—60 м. Плотность карстовых воронок изредка более 10 на 1 км². Отмечаются карстовые поля — выположенные впадины округлой формы диаметром 50—100 м и более, с бортами высотой 1—2 м. Довольно часто встречаются обширные карстовые поля, занятые озерами и болотами. Их размеры достигают 10×20 м и 0,5×1,5 км. Форма круглая или овальная, берега имеют самую различную высоту и крутизну склонов от 5 до 30°.

Во всех районах развития карста в каменноугольных отложениях отмечено большое количество источников карстовых вод, дающих начало некоторым рекам или питающих их. В пределах Южного Тимана наблюдаются такие явления, как потеря рекой руслового стока. Так, Б. Н. Любомиров (1959) отмечает, что р. Бадь-Ель, приток р. Ижмы, представляющая собой сравнительно большой водоток, вблизи своего устья исчезает в воронке, на дне которой обнажаются известняки среднего карбона. На протяжении 400—450 м русло реки сухое; вновь появляется водоток, но с меньшим расходом, вскоре опять исчезает в очередной воронке. Лишь несколько ниже по течению, примерно через 600 м, река выходит на поверхность и имеет прежний расход.

В восточной части Печорской равнины, в Предуральской увалистой области, а также на Урале карстующимися являются породы силурийского, девонского и каменноугольного возраста карбонатной формации. Проявления карста развиты преимущественно на участках выхода карбонатных пород на поверхность или же в местах, где они прикрыты маломощным чехлом четвертичных отложений. Карстовые формы представлены воронками и небольшими пещерами (Родионов, 1963). Карстовые воронки, обычно расположенные группами, имеют овальную форму; ширина их до 10 м, глубина не более 3—4 м.

К северу от г. Воркуты в пределах поднятия Чернова карст развит широкой полосой, вытянутой в западном направлении. Здесь встречаются воронки округлой или неправильной формы диаметром до 20 и глубиной до 5 м, иногда с пещерами на дне. Отмечены рвы длиной до 100 и глубиной в 2—3 м, нередко расположенные зигзагообразно; края их рваные. На правом берегу р. Воркуты В. М. Барыгиным (1953) описана пещера в закарстованных известняках, вблизи которой отмечен выход сероводородного источника.

На гряде Чернышева карстовые воронки имеют диаметр от 2—3 до 15—20 м и глубину до 8—10 м (Родионов, 1963). Карстовые долины представляют собой цепи воронок, соединенных глубокими промоинами. В бассейне р. Шарью встречаются воронки диаметром до 40—50 и глубиной до 10 м, склоны и дно которых частично выполнены ледниковыми отложениями. Часто крупные воронки заполнены водой. В бассейне р. Косью имеются ручьи, в русловых частях которых наблюдаются цепи карстовых воронок, поглощающих воду. Часто на протяжении до 100—

150 м русла ручьев сухие. В наиболее высокой части гряды карстовые воронки имеют округлую или коническую форму диаметром 30—40 м и глубиной 3—4, реже до 10 м.

В бассейнах рек Подчерем и Щугор, вблизи границы Печорской равнины с Уральской предгорной увалистой областью, карстовые явления приурочены к отложениям карбонатной формации. Здесь карстовые воронки округлой, овальной, реже эллиптической и неправильной формы имеют глубину от 6—7 до 10 м. Иногда глубина достигает 30 м. В поперечном сечении воронки имеют коническую или корытообразную форму. Наряду с одиночными карстовыми воронками размером до 50 м в поперечнике встречаются небольшие карстовые долины, образованные рядом слившихся между собой отдельных воронок. Их глубина не превышает 5—6 м. Иногда к воронкам приурочены озера и болота. В береговых обрывах рек с закарстованными породами связаны многочисленные источники (Родионов, 1963).

В Уральской предгорной области, в бассейне верхнего течения р. Усы, карстовые формы рельефа представлены воронками, блюдцеобразными понижениями и пещерами. Карстовые воронки имеют овальную, реже неправильную форму, глубина их достигает 2—10 м, а диаметр — от 2—15 до 25—30 м. На дне глубоких воронок обнажаются трещиноватые доломиты и известняки карбонатной формации. На правом берегу р. Бол. Усы, ниже места ее слияния с Мал. Усой, в каменноугольных известняках в 20 м выше уреза воды имеется пещера глубиной 10 и шириной 8 м; ее высота у входа достигает 3—4 м, уменьшаясь в глубине до 1,5 м (Родионов, 1963).

В бассейне р. Кожима крупные карстовые воронки имеют диаметр до 45—50 м и часто соединены между собой; их глубина не более 2 м. Очень часто встречаются карстовые источники, имеющие значительные дебиты.

На юге Печорской области многочисленные и разнообразные формы выщелачивания известняков отмечены в бассейне р. Уньи, левого притока р. Печоры (Гуслицер, 1960_{1,2}). Подавляющее большинство карстовых форм приурочено к склонам высоких террас. Карстовые воронки имеют самую различную форму и размеры. Их глубина достигает 6—9 м при диаметре до 20—25 м. Для этого района характерно групповое расположение карстовых воронок, склоны и днища которых чаще всего покрыты отложениями перигляциальной формации. Иногда отмечается временное исчезновение мелких поверхностных водотоков в глубь карстовых полостей. На обрывистых склонах долин относительно часто встречаются карстовые пещеры.

Характеристика болот

Согласно принятой классификации к категории заболоченных относятся участки поверхности, имеющие мощность торфа более 0,2 м. В последующем изложении дается характеристика болотам, развитым только в пределах равнины Русской платформы, так как сведения о заболоченности Урало-Пайхойской горноскладчатой страны отсутствуют.

Значительная часть площади равнины Русской платформы занята болотами, причем степень заболоченности ее территории увеличивается в северо-восточном направлении. В южной и центральной ее частях болота занимают 46—47% площади. Заболоченность области лесотундры составляет 52, а тундры — достигает 71%.

По степени заторфованности выделяются два типа болот — торфяные с мощностью торфа более 0,5 м и участки поверхностной заболочен-

ности с менее мощным торфяным покровом. Как те, так и другие встречаются на различных формах рельефа, но большей частью приурочены к депрессиям.

Значительно заболочена северная часть равнины Западного При тиманья. Здесь болотами, развитыми на отложениях формаций морских верхнечетвертичных трансгрессий и ледниково-морской, покрыта большая часть площади п-ова Канин и побережья Чешской губы. Южнее болота развиты на отложениях ледниковых формаций, а в бассейне р. Вычегды большая часть болот расположена на плоских поверхностях террас и в пределах высокой поймы на отложениях послеледниковой формации. Наиболее развиты торфяные болота в бассейне р. Выми.

В пределах Канино-Тиманской области болота чаще встречаются в низинах, сложенных с поверхности отложениями преимущественно ледниковых формаций.

В области Печорской равнины болота особенно широко развиты в пределах озеровидных расширений речных террас на аллювиальных и озерно-аллювиальных отложениях послеледниковой формации и менее — на водораздельных пространствах, в сложении которых участвуют осадки ледниковых формаций.

Поверхность болот в одних случаях ровная, осложненная отдельными кочками, высота которых не превышает 0,8 м при диаметре 1—2 м, в других, когда скопления кочек образуют гряды, имеет грядово-мочажинный рельеф. Довольно часто поверхность болот изрезана многочисленными суходолами и озерами. Размеры болот самые разнообразные: от 100 м до нескольких километров в длину и ширину. Иногда площадь крупных болотных массивов достигает 50—70 км², при мощности торфа до 5—6, в отдельных случаях до 7,0—7,5 м.

Наиболее крупными торфяными массивами на юге территории Коми АССР является Кельтманский, Угъюмский и Тыдор-Нюрский. Кельтманский массив (Усть-Куломский район) занимает около 18—19 тыс. га. Площадь, занятая Угъюмским массивом (Железнодорожный район), определяется в 13—14 тыс. га, а Тыдор-Нюрским (Прилузский район) — около 1,5 тыс. га. Наибольшие площади занимают торфяники в долине нижнего течения р. Печоры. Здесь три относительно близко расположенных друг от друга торфяных массива — Усинский, Кырюга-Нюрский и Усьва-Нюрский — занимают площади, соответственно равные 139,13 и 6 тыс. га. Мощность торфа в залежах изменяется от 2—3 до 5—6 м.

Характеристика оползневых явлений

Оползневые процессы получают развитие на склонах долин крупных и средних рек.

В долинах крупных рек в оползневых массивах наблюдаются две ступени — нижняя и верхняя. Нижняя ступень оползневого блока, занимающая по высоте около двух третей склона, представлена многоступенчатыми оползнями, стабилизировавшимися в своем развитии, тогда как для верхней ступени характерны современные активные оползневые явления.

В области равнины Западного При тиманья оползневые процессы наблюдаются на склонах долин рек Вычегды и Сысолы. В верхнем и среднем течении р. Вычегды оползанию подвержены склоны, сложенные породами формации днепровского оледенения и аллювиальными отложениями послеледниковой формации. Здесь чаще наблюдаются оползни цирко- или дугообразной формы длиной до 80—100 и шириной

100—150 м. Высота стенок отрыва 7—10 м. Плоскости оползания наклонены к реке под углом 15—30°. Крупные оползни в свою очередь разбиты на более мелкие оползневые тела, вследствие чего поверхность оползней приобретает неправильно-бугристый облик. Иногда оползание происходит блоками длиной в 20—30 и шириной 3—5 м, образующими лестницу до трех ступеней. Оползни группируются в характерный цирк длиной до 250 и шириной до 70 м.

В районе г. Сыктывкара на склонах долины р. Вычегды имеют место разновозрастные мелкие оползни, отрывы и оплывины размерами в поперечнике от единиц до 10—20 м. Оползнепроявлениями, связанными с отложениями днепровской, московской и послеледниковой формаций, подвержены значительные по протяженности части склонов долины нижнего и среднего течения р. Сысолы, где отдельные оползни имеют длину до 80—100 м. Оползни, развитые в верхнем течении реки, обычно приурочены к юрским отложениям терригенной формации (Худяев, 1927). По склону р. Поруб (бассейн р. Лузы) оползневые явления подвержены связные породы формации калининского оледенения, однако размеры блоков оползания не превышают нескольких метров.

В пределах Печорской равнины оползневые явления развиты относительно широко. В долине нижнего и среднего течения р. Печоры оползанию подвержены склоны, сложенные аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями послеледниковой формации, отложениями ледниково-морской формации, а также морскими отложениями. Оползневые блоки имеют ступенчатую бугристую поверхность, причем большая часть их поверхностей занята «пьяным» лесом. Характерно наличие мощных грунтовых конусов выноса, расположенных на различных уровнях. В бассейне верхнего течения р. Печоры оползневые процессы наблюдаются на склонах, сложенных аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями послеледниковой формации, флювиогляциальными отложениями перигляциальной формации и отложениями комплекса формации днепровского оледенения. Здесь преимущественное развитие получают древние оползни, тогда как современные развиты меньше. Для оползневых форм характерна многоступенчатость. Оползневые склоны обычно имеют протяженность до 1,5—3,0 км. Стенки срыва высотой 10—25 м крутые. Нередко оползневые ступени разбиты трещинами разрыва. Поверхности оползневых массивов часто заняты «пьяным» лесом.

В бассейне р. Лаи оползневые явления наблюдаются почти на всем протяжении береговых склонов, сложенных ледниково-морскими и морскими отложениями четвертичных трансгрессий. Оползневые блоки имеют ширину до 100 м и стенки срыва высотой до 12 м; крутизна склонов достигает 60°. В основании стенок срыва часто прослеживается оползневая терраса шириной в 25—30 м, образованная за счет масс оползших грунтов. Терраса представляет собой заваленную лесом относительно ровную площадку с блюдцами застойной воды в ее тыловой части. Ниже склон загроможден беспорядочно расположенными блоками оползания. Поверхность склона многоступенчатая, взбугренная, занятая «пьяным» лесом; крутизна склонов 20—30°. Меньшим распространением пользуются оползневые цирки шириной до 300 м, выполненные беспорядочно нагроможденными блоками оползания, образующими единую взбугренную поверхность, полого спускающуюся к реке. Размеры отдельных блоков в поперечнике достигают 50—60 м, высота их до 10—12 м. Стенка срыва оползневых цирков имеет высоту от 15 до 35 м. Часто на оползневых склонах и стенках срыва отдельных оползней наблюдаются оплывины и потоки разжиженного грунта. Подвержены

оползневым процессам и обрывистые уступы коренных берегов и террас р. Усы и ее притоков, сложенных средне- и верхнечетвертичными морскими и ледниково-морскими отложениями и аллювиальными и озерно-аллювиальными образованиями послеледниковой формации. Оползание пород происходит в виде блоков шириной до 100 и высотой от 2—5 до 10—20 м; амплитуды их смещения в отдельных случаях превышают 10 м. При менее активных оползнепроявлениях массы смещенного грунта образуют единую взбугренную поверхность.

В бассейне среднего течения р. Ижмы наблюдаются оползни, связанные с аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями послеледниковой формации, а также с отложениями юры и мела. Первые чаще всего одноступенчатые. Блоки оползания имеют ширину 10—15, высоту 15—20 и протяженность по склону до 50 м. Оползни, связанные с породами терригенной формации юрского и мелового возраста, одноили двухступенчатые, имеют протяженность по склону до 100—150 м, а высоту до 5 м. Высота стенок срыва колеблется в пределах 2—9 м.

Приведенный обзор инженерно-геологических условий территории позволяет выделить следующие их особенности:

1. На большей части площади региона развиты песчаные и связные породы поверхностных отложений, мощность которых зачастую достигает нескольких десятков метров.

Инженерные свойства песчаных пород малоблагоприятны. Породы очень часто обводнены, вертикальных стенок в откосах не держат, а их несущая способность обычно не превышает 1—2 кГ/см². Песчаные породы в большинстве случаев могут служить грунтами оснований только для временных и малоответственных сооружений.

В отличие от песчаных связные породы преимущественно неводоносны. Стенки откосов могут держаться крутые, вплоть до вертикальных. Несущая способность связанных пород достигает 5—6 кГ/см². Как грунты основания они пригодны для возведения легких и средних сооружений.

2. Скальные и полускальные породы коренной основы выходят на поверхность или перекрыты маломощным чехлом рыхлых отложений. Эти породы преимущественно развиты в пределах Канино-Тиманской цокольной волнистой равнины, Урало-Пайхойского региона и частично в восточной части Печорской равнины. Инженерные свойства скальных и полускальных пород наиболее благоприятны для гражданского, промышленного и гидротехнического строительства. Породы в вертикальных откосах обычно устойчивы. Допустимые нагрузки на скальные породы достигают 40 кГ/см², что позволяет им служить грунтами основания для тяжелых сооружений. Меньшие нагрузки, иногда до 5—6 кГ/см², могут нести скальные породы, переслаивающиеся с пластичными.

3. В области развития многолетнемерзлых пород, занимающих северо-восточную часть региона, основания сооружений могут служить как мерзлые, так и талые породы. Для выбора участков под гражданское и промышленное строительство здесь необходимо также проведение инженерно-геологических съемок с целью оценки геокриологической обстановки и определения наиболее рационального способа строительства на мерзлых или талых грунтах с сохранением их естественных свойств при эксплуатации сооружения.

4. Выходящие на поверхность скальные породы карбонатной формации часто закарстованы. Поэтому выбору участков под строительство ответственных сооружений в области развития карстовых явлений должны предшествовать специальные изыскания.

5 Значительная заболоченность территории не является препятствием для различного рода строительства, так как большинство участков поверхностной заболоченности может быть сравнительно легко осушено с помощью простых дренажных устройств.

6. Оползневые процессы, обычно наблюдающиеся на крутых и средних склонах долин равнинных рек, сложенных породами преимущественно поверхностных отложений, большого развития не получают. Однако при выборе площадок под строительство более ответственных сооружений следует рекомендовать предварительную проверку устойчивости откосов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гидрогеологическая изученность рассматриваемой территории весьма неравномерная. На начало 1965 г. гидрогеологическими исследованиями различной степени детальности покрыта площадь в 225,1 тыс. км², в том числе среднемасштабной съемкой всего лишь 16,6 тыс. км² (2,8%).

В гидрогеологическом отношении территория делится на ряд крупных гидрогеологических районов — артезианских бассейнов и бассейнов трещинных вод, которые входят в состав гидрогеологических районов высших порядков — Русской и Печорской системы артезианских бассейнов и Урало-Тиманской системы бассейнов трещинных вод. Западную часть территории занимает Мезенско-Вычегодский артезианский бассейн второго порядка, принадлежащий к Северо-Двинскому артезианскому бассейну Русской системы. Крайняя южная часть территории Коми АССР находится в пределах Волго-Камского артезианского бассейна этой же системы. Между складчатыми сооружениями Тимана, Пай-Хоя и Урала располагается Печорская система бассейнов, которая делится на Печорский и Печора-Предуральский артезианские бассейны. Урало-Тиманскую систему представляют Канино-Тиманский, Пайхойский и Северо-Уральский бассейны трещинных вод. Выделение гидрогеологических бассейнов более мелких порядков произведено в соответствии с геолого-структурным районированием территории.

Урало-Тиманская система бассейнов трещинных вод является областью преимущественного питания подземных вод, и мощность зоны свободного водообмена, вмещающей пресные воды, в ее пределах весьма различная.

В границах Канино-Тиманского бассейна трещинных вод четвертичные отложения вмещающие пресные воды. Глубина проникновения пресных вод в древние метаморфические толщи, исключая относительно приподнятые над окружающей местностью отдельные их массивы, по-видимому, невелика. Мощность зоны пресных вод в разрезе терригенно-карбонатных пород девона изменяется от 50—100 до 150—200 м. Преимущественно карбонатные отложения нижнепермско-каменноугольного возраста, развитые по периферии бассейна, аккумулируют значительные запасы пресных вод; мощность зоны этих вод достигает 150—200 м.

Гидрогеологическая изученность Пайхойского и Северо-Уральского бассейнов трещинных вод очень слабая. Здесь вне области преимущественно сплошного развития мерзлых толщ значительные запасы пресных вод вмещают карбонатные породы каменноугольно-силурийского водоносного комплекса.

В Мезенско-Вычегодском бассейне вмещающими пресные воды являются четвертичные отложения. Мощность зоны пресных вод на площади развития терригенных меловых и юрских отложений достигает 100—150 м. В терригенных отложениях верхнепермского возраста пресные воды обычно распространены не ниже отметок местных эрозийных врезов (70—80 м), но на отдельных площадях могут отсутствовать.

В пределах Печорской системы артезианских бассейнов пресные воды зоны свободного водообмена приурочены к породам четвертичного возраста и почти повсеместно встречаются в дочетвертичных отложениях, однако мощность верхней гидродинамической зоны здесь весьма различная. В западной части Печорского артезианского бассейна (Ижма-Печорский бассейн) мощность верхней гидродинамической зоны в терригенных отложениях мела и юры достигает 300—400 м, и пресные воды встречаются здесь на абс. отметке около минус 300 м. По периферии Ижма-Печорского бассейна мощность зоны пресных вод сокращается до 100—150 м, что связывается с уменьшением мощности юрских отложений. Примерно до отметок 0—минус 50 м распространены пресные воды в пределах восточной части бассейна (Большеземельский артезианский бассейн). Терригенные отложения верхнего мела на площади Печора-Предуральского артезианского бассейна, глубина залегания которых ограничена отметками минус 20—40 м, вмещают только пресные воды. Максимальная глубина проникновения пресных вод в терригенные отложения триаса и перми предположительно ограничивается нулевой отметкой. На крайнем юге Печора-Предуральского бассейна, в районе развития галогенных пород, терригенные отложения нижней перми вмещают хлоридные различно минерализованные воды. Относительно хорошо изучен в гидрогеологическом отношении водоносный комплекс терригенных отложений триаса и перми, пользующийся распространением на севере Печора-Предуральского бассейна, где мощность зоны пресных вод в среднем равна 150—200 м и солоноватые артезианские воды появляются в пределах абсолютных отметок минус 30—50 м. Гидрохимическая обстановка в районах складчатых структур гряды Чернышева и поднятия Чернова, где выходят на поверхность карбонатные породы допермского возраста, сложная. Наряду с пресными водами, мощность зоны которых может достигать 150—250 м, здесь наблюдаются выходы источников солоноватых и соленых вод.

Существующие в настоящее время условия распределения по площади и на глубину подземных вод различного химического и газового состава и степени минерализации явились результатом длительной геологической истории развития области. Основы современной вертикальной гидрохимической зональности, по-видимому, были заложены еще в раннем мезозое. В послегерцинское время, при неоднократной смене на большей части рассматриваемой территории континентальных и морских режимов, гидрохимическая обстановка существенно менялась в основном лишь в пределах верхней гидродинамической зоны. Современные процессы формирования пресных подземных вод протекают активно лишь на отдельных площадях. На большей части рассматриваемого региона они затруднены вследствие широкого развития мощного покрова относительно водоупорных четвертичных отложений и наличия в северо-восточной его части толщи многолетнемерзлых пород, мощность которой достигает нескольких сотен метров.

Солоноватые и соленые воды характерны для зоны весьма затрудненного водообмена, имеющей мощность до нескольких сотен метров. Наименьшая ее мощность наблюдается в разрезе толщи метаморфических сланцев Тимана, где рассольные воды зоны весьма затрудненного водообмена могут появиться на глубине около 400 м (абс. отм. минус 200—300 м). На остальной площади региона, исключая области гидрохимических аномалий, соленые воды сменяются рассольными в интервалах глубин 600—900 м, т. е. в пределах абсолютных отметок минус 500—700 м. На больших глубинах залегают крепкорассольные воды с минерализацией до 200—250 г/л, которые, по-видимому, имеют древне-

фильтрационное происхождение. На глубинах свыше 1500—2000 м встречаются наиболее закрытые в гидрогеологическом отношении скопления подземных вод. Эти воды, имеющие далеко не предельную минерализацию (250—270 г/л), но значительно метаморфизованные и обогащенные микроэлементами, по всей вероятности, образовались при доле участия первичных седиментационных вод.

В пределах рассматриваемого региона выделяются провинции повышенных, умеренных и пониженных температур. В пределах первой провинции температура вод на глубине 1000 м выше 30° С, во второй — от 30 до 20° С, а в третьей — ниже 20° С. В первую провинцию входят западная часть Печорской системы артезианских бассейнов и восточная часть Канино-Тиманского бассейна трещинных вод, во вторую — центральная часть Печорской системы артезианских бассейнов, в третью — остальная площадь региона.

Газовая зональность подземных вод в общих чертах подчиняется гидродинамической зональности. Заслуживает внимания то обстоятельство, что в пределах нефтегазоносных площадей в водах зоны свободного водообмена отмечается присутствие метана и тяжелых углеводородов.

Естественные ресурсы пресных подземных вод на площади региона оцениваются 1000 м³/сек, а эксплуатационные 600 м³/сек. Учетное использование подземных вод для целей водоснабжения не превышает 0,5 м³/сек, а на долю шахтного водоотлива приходится 1,1 м³/сек. По сравнению с общей потребностью в воде только промышленных районов Коми АССР, которая определяется примерно 10 м³/сек, доля использования подземных вод в народном хозяйстве ничтожная. Наиболее перспективными для использования пресных вод в целях водоснабжения являются: четвертично-неогеновый (озерно-аллювиальный) и нижнемеловой водоносные горизонты, а также келловейско-батский, нижнепермско-каменноугольный, каменноугольно-силурийский водоносные комплексы. Не исключается также использование для этих целей вод комплекса отложений триаса и перми и аллювиальных вод современных и верхнечетвертичных отложений в долинах крупных рек.

На современной стадии гидрогеологической изученности следует считать, что за счет подземных вод, эксплуатируемых из относительно неглубоких скважин, можно обеспечить большую часть хозяйственно-бытового потребления городов Сыктывкара, Воркуты и Инты и полностью удовлетворить потребность городов Печоры, Ухты и Сосногорска.

Ресурсы минеральных лечебных вод изучены слабо. Преимущественным распространением на площади региона пользуются сероводородные воды, выходы которых в основном приурочены к областям со сложным тектоническим строением (гряда Чернышева, поднятие Чернова, южная часть структуры Печора-Малоземельского вала, Южный Тиман). На базе вскрытых мелкими скважинами сероводородных высокоминерализованных вод, обогащенных бальнеологически активными микроэлементами, функционирует единственный в Коми АССР курорт «Серегово». Почти повсеместно развиты бромные неспецифические воды, встречающиеся на относительно большой глубине.

К промышленным водам относятся рассолы, перспективные для добычи главным образом поваренной соли, а также рассольные воды с промышленными концентрациями брома и йода. К наиболее перспективным площадям, где крепкорассольные воды хлоридно-натриевого состава могут быть встречены на относительно небольшой глубине, относятся: район Сереговской солянокупольной структуры, область развития высокоминерализованных вод в пределах бассейнов верхнего

течения рек Мезени и Вашки, а также район Верхне-Печорского соленосного бассейна.

Промышленные бромные воды и реже воды с промышленными концентрациями йода встречены в пределах Печорской системы артезианских бассейнов, Мезенско-Вычегодского артезианского бассейна и Канино-Тиманского бассейна трещинных вод. О естественной производительности толщ, вмещающих эти воды, сведения отсутствуют. В большинстве случаев хлоридно-натриевые рассолы с минерализацией свыше 100 г/л, содержат бром в количестве от 0,25 до 1,00 г/л. Концентрации йода выше кондиционных (0,018 г/л) в подземных водах встречаются сравнительно редко. Перспективными для организации разведочных работ на бромные и йодные воды являются районы Сысольского свода и Сереговской структуры (Мезенско-Вычегодский бассейн), Нижне-Омринской и Северо-Мылвинской нефтегазовых структур (Канино-Тиманский бассейн) и Мутноматериковой структуры (Печорский бассейн). На относительно малых глубинах могут быть встречены промышленные бромные воды в пределах Верхне-Печорского соленосного бассейна.

Подземные воды весьма значительно осложняют условия эксплуатации угольных месторождений Печорского бассейна. Стволы шахт на всех эксплуатируемых месторождениях, исключая Юньягинское, пройденны без значительных водопритоков. Существующий водоотлив из большинства шахт не превышает 100—200 м³/ч. Водопритоки в отдельные шахты, выработки которых располагаются вблизи рек, достигают 500 м³/ч. Значительные водопритоки в горные выработки шахт возможны при вскрытии и эксплуатации мощных пластов угля Воргашорского и Сейдинского месторождений. Слабо обводнены горные выработки трех шахт Ярегского нефтяного месторождения, суммарный водоотлив из которых не превышает 150 м³/ч.

Гидрогеологическая изученность нефтяных и газовых месторождений Тимано-Печорской провинции слабая и неравномерная. Подземные воды в толщах, вмещающих залежи нефти и газа, характеризуются высокой степенью минерализации и метаморфизации и имеют относительно однородный солевой состав. Такая гидрогеологическая обстановка указывает на весьма затрудненную связь подземных вод с современными областями их питания. Отчетливо выраженных областей разгрузок подземных вод, приуроченных к продуктивным толщам, пока не установлено. Не исключается возможность перетока рассолов в толщи, перекрывающие залежи, чему должно способствовать наличие широко развитых региональных тектонических разломов, что, например, характерно для района Печора-Малоземельского вала.

Специальные работы по изучению вопроса о возможном загрязнении подземных вод или истощении их ресурсов не велись. Однако обследованиями 1961—1965 гг. установлены факты истощения ресурсов подземных вод на некоторых участках разработки угольных месторождений и загрязнения подземных вод за счет поверхностных водотоков и водоемов, являющихся приемниками сброса промышленными предприятиями и коммунальными хозяйствами большого количества неочищенных стоков. В настоящее время воды большинства поверхностных водотоков вблизи населенных пунктов без очистки не пригодны для использования в целях хозяйственно-бытового водоснабжения. Поэтому вопросам охраны поверхностных и подземных вод необходимо уделять серьезное внимание.

В основу характеристики инженерно-геологических условий положено районирование территории с делением на регионы и геоморфологические области. Среди геологических формаций выделены инже-

нерно-геологические комплексы пород, которые в свою очередь объединены в инженерно-геологические группы. Каждая группа пород характеризуется физическими, водными и несущими свойствами грунтов. Рассмотрены физико-географические явления в области распространения многолетнемерзлых толщ. Дано описание болот, поверхностной заболоченности, карстопроявлений и оползневых процессов.

Для успешного решения предстоящих задач необходимо совершенствовать методику и организацию гидрогеологических и инженерно-геологических работ. В первую очередь следует значительно увеличить объемы специальных гидрогеологических работ и обеспечить наиболее совершенную организацию гидрогеологических наблюдений при производстве всех видов геологоразведочных и горноэксплуатационных работ.

Необходимо покрыть мелкомасштабной (1:500 000 — 1:1 000 000) съемкой всю площадь данного региона, а площадь промышленного освоения обеспечить съемками масштаба не мельче 1:200 000. Одновременно необходимо увеличить объемы поисково-разведочных работ на воду в городских, промышленных и сельских районах с целью организации или улучшения водоснабжения за счет подземных вод.

В целях промышленной оценки рассольных вод, содержащих ценные компоненты, следует уделять серьезное внимание гидрогеологической документации глубоких скважин на нефть и газ.

В области исследовательских работ необходимо продолжить сбор и обобщение материалов по гидрогеологии и инженерной геологии. Весьма полезной для нефтяной геологии явится составление комплекса палеогидрогеологических карт.

Необходимо добиваться проведения мероприятий всеми организациями и предприятиями в части охраны вод от загрязнения и истощения. Вода — достояние всей страны и мы все должны ее ценить и заботиться о сохранении ее ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамов В П О распространении мезозойских отложений в северной части Печорской депрессии Сб техн информ Коми Совнархоза, вып 2, 1960
- Абрамов В П О современном рельефе поверхности досреднеюрских отложений Печорской синеклизы в связи с поисками нефти и газа В сб «Геол нефти и газа Северо-Востока Европ части СССР», вып 1 Изд-во «Недра», 1964
- Абрамов В П Дембская Г И Новые сведения о мезозойских отложениях северной части Печорской депрессии Мат-лы по геол и полезн ископ Северо-Востока Европ части СССР, вып 1 Госгеолтехиздат, 1961
- Абрамов С К, Скиргелло О Б, Чельцов М И Осушение шахтных полей и карьеров Госгортехиздат, 1961
- Акимов А Т К вопросу о деградации многолетнемерзлых горных пород в Большеземельской тундре Изв Коми фил ВГО, вып 5 Сыктывкар, 1959
- Акимов А Т Закономерности пространственных изменений некоторых физических параметров многолетнемерзлых горных пород территории Большеземельской тундры В сб «Физико химические процессы в промерзающих и мерзлых горных породах» Изд во АН СССР, 1961
- Акимов А Т Многолетнемерзлые горные породы лесной зоны, лесотундры и тундры вдоль р Адзвы В сб «Вечная мерзлота и микрорельеф» Изд-во АН СССР, 1961₂
- Акимов А Т, Братцев Л А К вопросу о деградации многолетнемерзлых горных пород в Большеземельской тундре Изв Коми филиала ВГО, вып 5 Сыктывкар, 1959
- Акимов А Т, Тютюнов И А Многолетнемерзлые породы и микрорельеф в Печорском угольном бассейне Изд-во АН СССР, 1961
- Алекин О А Основы гидрохимии Гидрометиздат, 1953
- Альтовский М Е К вопросу о формировании химического состава подземных вод В сб «Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии», 1950, № 13
- Альтовский М Е Определение некоторых гидрогеологических терминов, связанных с составлением гидрогеологических карт Метод указан по составлен гидрогеол карт м-бов 1 1 000 000—1 500 000 и 1 200 000—1 50 000 Госгеолтехиздат, 1960
- Амалницкий В П По Ледовитому океану и Печоре Варшава, 1903
- Андреев В Н Растительность и районы восточной части Большеземельской тундры Изд во АН СССР, 1935
- Анищенко Л А О составе природного газа Печоргородской площади В сб «Геол нефти и газа Северо-Востока Европ части СССР», вып 1, Изд-во «Недра», 1964
- Анищенко Л А Об изменении состава газов девонских отложений южной части Тимано Печорской провинции «Нефтегазовая геология и геофизика», 1965, № 7
- Атлас Коми АССР М., 1964
- Афанасьев Б Л К истории развития взглядов на палеогеографию четвертичного периода Большеземельской тундры В сб «Проблемы палеогеографии и морфогенеза в полярных странах и высокогорьях» Изд-во МГУ, 1964
- Афанасьев Б Л, Белкин В И Проблемы геологии кайнозоя Большеземельской тундры В сб «Кайнозойский покров Большеземельской тундры» Изд во МГУ, 1963
- Афанасьев Б Л, Ярославцев Г М, Яцук В И Об условиях образования угленосных отложений в краевых прогибах на примере Печорского бассейна В сб «Мат-лы по геол и полезн ископ Северо-Востока Европ части СССР», вып 1 Госгеолтехиздат, 1961
- Бакалов С А Изменение мерзлотных условий и их прогноз при застройке территории Тр СОИМ им В А Обручева, вып 1 Сыктывкар, 1960
- Бакулин Ф Г Лыдность и осадки при оттаивании многолетнемерзлых четвертичных отложений Воркутского района Изд-во АН СССР, 1958
- Баранов И Я Геокриологическая карта СССР масштаба 1 10 000 000 Изд-во АН СССР, 1960
- Барбот-де-Марни Н Н Геоностическое путешествие в северные губернии Гропенской России Зап Мин об-ва, сер 2, III Сиб 1868

- Барс Е А Гидрохимические показатели нефтегазоносности «Геология нефти», 1957, № 8
- Бархатова В П Стратиграфия нижней перми Тимана Тр ВНИГРИ, вып 126, 1958
- Бархатова В П К стратиграфии каменноугольных отложений Северного Тимана Тр ВНИГРИ, вып 133, 1959
- Бархатова В П Биостратиграфия карбона и нижней перми Северного Тимана Автореф дясс ВСЕГЕИ, Л, 1964
- Барыгин В М Подземные воды Воркутского района Изд-во АН СССР, 1953
- Безсонов Б В Поездка по Вологодской губернии к нефтяным ее богатствам на р Ухту Слб, 1908
- Беляков Л Н, Белякова Л Т Некоторые черты геологического строения района сочленения Урала и Пай Хоя В сб «Мат-лы по геол и полезн ископ Северо-Востока Европ части СССР, вып 1 Госгеолтехиздат, 1961
- Блом Г И Об аптских отложениях реки Кобры Докл АН СССР, т. 100, 1955, № 6
- Бобов Н Г Влияние многолетнемерзлой толщи горных пород на развитие рельефа Изв АН СССР, сер геогр, 1963, № 4
- Бобов Н Г Температурный режим верхних горизонтов мерзлой толщи в зависимости от рельефа в районе Хальмерью (на востоке Большеземельской тундры) Изв Коми филиала ВГО, 1963, № 8
- Богомолов Г В, Плотников Г Н, Фирова Л И Палеогидрогеологические условия формирования подземных вод Московского артезианского бассейна и сопредельных областей Тр ЛГПИ им Саваренского, т XLV, «Проблемы гидрогеологии», 1962
- Бодылевский В И Юрская система Меловая система Геология СССР, т II, ч I, 1963
- Бондарев П Д Деформации зданий в Воркутском районе, их причины и методы предотвращения Изд-во АН СССР, 1957
- Бондаренко С С Йодо-бромные воды Поволжья и Прикамья «Советская геология», 1959, № 12
- Боч С Г, Краснов И И О происхождении ярусности рельефа Урала Изв АН СССР, сер геол, 1951, № 1
- Братцев Л А Границы распространения, мощность и закономерности залегания вечной мерзлоты В кн «Производительные силы Коми АССР», т II, ч I, «Климат и вечная мерзлота» Изд-во АН СССР, 1954
- Братцев Л А Гидрогеологическая характеристика территории Коми АССР В кн «Производительные силы Коми АССР» Изд-во АН СССР, 1955
- Братцев Л А Вечная мерзлота в Печорском угольном бассейне В кн «25 лет геол изуч Печорского угольн басс» Сыктывкар, 1958
- Братцев Л А Роль мерзлотных условий в проектировании, строительстве и эксплуатации шахт Печорского угольного бассейна Сыктывкар, 1959
- Бродский А А Основные процессы формирования химического состава подземных вод «Гидрохимические материалы», т 24, 1955
- Буданов Н Д Гидрогеология Урала Изд-во «Наука», 1964
- Варсанюфьева В А Тектоническое и геоморфологическое развитие Урало-Тиманской области БМОИП, отд геол, т XXXVI (4), 1961
- Варсанюфьева В А К стратиграфии среднекаменноугольных отложений бассейна Малой Печоры Тр Ин-та геол Коми фил АН СССР, вып 3, 1962
- Варсанюфьева В А, Раузер-Черноусова Д М К характеристике среднекаменноугольных отложений р Илыч В сб «Тр по геол и палеонтол» Изд Коми фил АН СССР Сыктывкар, 1960
- Василенко В П, Миклухо-Маклай А Д Новые данные о верхнемеловых отложениях Усинско Роговского междуречья В сб «Геол нефти и газа Северо-Востока Европ части СССР», вып 1 Изд-во «Недра», 1964
- Вениами, архимандрит Самоеды Мезенские Архангельские губ ведом 1849, № 1—14
- Виттенбург В П Термический режим и рудничные воды в зоне вечной мерзлоты острова Вайгач и Амдермы В сб «Проблемы Арктики», 1939, № 9
- Владимирская Е В Додевонские отложения Колво Вишерского края В сб «Стратиграфия палеозойских отложений Тимана и зап склона Урала» Тр ВНИГРИ, вып 90, 1955
- Войновский-Кригер К Г Угленосная площадь среднего течения р Печоры Тр Сев-геол упр, вып 10, 1944
- Войновский-Кригер К Г Два комплекса палеозоя на западном склоне Полярного Урала «Советская геология», 1945, № 6
- Войновский-Кригер К Г О тектонической структуре и основных этапах геотектонического развития Печорского угольного бассейна Мат-лы 2 го угольн геол совещ Тр Лабор геол угля АН СССР, т VI, 1956

Воллосович К К Стратиграфии цехштейна Юго Западного Гимана В сб «Мат-лы по геол пермской системы Европ части СССР», Лен, отд ВНИТО. Гостоптехиздат, 1940

Воллосович К К О стратиграфии четвертичных отложений Европейского Севера В сб «Мат-лы по геол и полезн ископ Северо-Востока Европ части СССР», вып 1 Госгеолтехиздат, 1961

Временные методические указания по изучению подземных йодо бромных вод Изд ВСЕГИНГЕО, 1961

Габович И А Закономерности формирования и распространения подземных вод на Северо Востоке Европейской части СССР В сб «Мат-лы по геол и полезн ископ Северо Востока Европ части СССР», вып 2 Госгеолтехиздат, 1962

Габович И А, Конжин И А Водоснабжение Воркутского промышленного района В сб «Народн хоз-во Коми АССР» Сыктывкар, 1958, № 12

Гатальский М А Подземные воды и газы палеозоя северной половины Русской платформы Гостоптехиздат, Л 1959

Гвоздецкий Н А Вопросы типологии и классификации карста СССР В сб «Типы карста в СССР» Изд-во «Наука», 1965

Гессе В Н Новые данные по стратиграфии древних толщ лемвинской структурно-фациальной зоны В сб «Мат-лы по геол и полезн ископ Северо-Востока Европ части СССР», вып 2 Госгеолтехиздат, 1962

Геокриологические условия Печорского угольного бассейна Монография под ред Н Г Бобова и Л А Братцева Изд-во «Наука», 1964

Геология месторождений углей и горючих сланцев СССР, т 3, Печорский угольный бассейн и другие месторождения угля Коми АССР и Ненецкого национального округа Изд-во «Недра», 1965

Геология СССР, т II, Архангельская, Вологодская области и Коми АССР Ч 1 Геологическое описание Госгеолтехиздат, 1963

Голубев С А Угленосность пермских отложений Печорского бассейна и основные закономерности ее изменения Автореф дис ВСЕГЕИ, Л, 1961

Гонобоблев Ю Н Гидрогеологические исследования в связи с подработкой водоемов на Воркутском месторождении В сб «Народное хозяйство Коми АССР», 1959, № 6

Гордиенко Е Т Гидрогеология Воркутского района Мат-лы геол конф Коми АССР Сыктывкар, 1944

Городков Б Н Вечная мерзлота в северном крае Труды СОПС, сер сев, вып 1 Изд-во АН СССР, 1932

Горский В П Новые данные о триасовых отложениях Печорской депрессии Докл АН СССР, т 133, 1960, № 4

Горский В П О возрасте складчатости западного склона Приполярного Урала и Печорской депрессии В сб «Геология и полезные ископаемые Урала и Тургай» Л, 1960

Горский В П О пермских и триасовых отложениях правобережья среднего течения р Печоры В сб «Геология и полезные ископаемые Урала» Мат-лы ВСЕГЕИ, нов сер, вып 28, 1960

Гофман Э Северный Урал и береговой хребет Пай-Хоя Спб, 1856

Гречухин В В Исследование вечной мерзлоты в горных породах геофизическими методами на угольных месторождениях Печорского бассейна В сб «Из опыта применения геофиз методов разведки», 1958, № 1

Гуслицер Б И Строеие и история развития долины верховьев р Печоры БМОИП, отд геол, т XXXV (3), 1960

Гуслицер Б И Карст бассейна р Уньи В сб «Тр по геол и палеонтол» Изд Коми фил АН СССР Сыктывкар, 1960

Данилов И Д Некоторые результаты изучения химического состава плейстоценовых отложений Большеземельской тундры В сб «Кайнозойский покров Большеземельской тундры» Изд-во МГУ, 1963

Датский Н Г Южный предел распространения вечной мерзлоты в Мезеинском районе Северного края Тр Комис по изуч вечи мерзл Изд-во АН СССР, т V, 1937

Девятова З И Лосева Э И Стратиграфия и палеогеография четвертичного периода в бассейне р Мезени Изд-во «Наука», Л, 1964

Дергольц В Ф Основной планетарный первоисточник природных вод Земли Изв АН СССР, 1962 № 11

Добролюбова Т А, Сошкина Е Д Общая геологическая карта Европейской части СССР (Сев Урал), лист 123 Тр ЛГГТ, вып 8, 1935

Доброворская Л В Девоиские отложения Печорской гряды и их нефтегазоносность Тр ВНИГРИ, вып 133 Гостоптехиздат, 1959

Долгушин Л Д Некоторые особенности рельефа, климата и современной денудации в Приполярном Урале Изд-во АН СССР, 1951

Дуркина А В Нижний карбон Печорской гряды и его нефтеносность Тр ВНИГРИ, вып 133 Гостоптехиздат, 1959

- Евдокимов В А Характеристика газов и нефтей Тимано-Печорской области Тр ВНИГРИ, вып 133 Гостоптехиздат, 1959
- Елисеев А И Стратиграфия и литология каменноугольных отложений гряды Чернышева Изд-во АН СССР, 1963
- Енокян В С Каменноугольные отложения территории Печорского угольного бассейна В сб «Мат-лы по геол и полезн ископ Северо Востока Европ части СССР», вып 1 Гостеолтехиздат, 1961
- Енцова Ф И Триасовые отложения Печорского угольного бассейна БМОИП, отдел геол, т XXXV, вып 2, 1960
- Енцова Ф И Триасовые отложения бассейна р Большой Сыни (Южная часть Печорского угольного бассейна) В сб «Мат-лы по геол и полезн ископ Северо-Востока Европ части СССР», вып 2 Гостеолтехиздат, 1962
- Енцова Ф И Мезозойские отложения Колвинского поднятия (юг Большеземельской тундры) В сб «Геология нефти и газа Северо-Востока Европ части СССР», вып 1 Изд-во «Недра», 1964
- Енцова Ф И, Хайцер Л Л О триасовых отложениях в Печорском бассейне Докл АН СССР, вып 129, 1959, № 4
- Ермаков В И Геология газов угольных месторождений Печорского бассейна В кн «25 лет геол изуч Печорск угольн басс» Сыктывкар, 1958
- Жесткова Т Н Некоторый опыт полевого исследования криогенных текстур четвертичных отложений Воркутского района Тр Ин-та мерзлотоведения АН СССР, т 16, 1961
- Жуков В Ф Предпостроечное протаивание многомерзлотных пород при возведении на них сооружений Изд-во АН СССР, 1958
- Журавлев В С, Осадчук М И Тектоническое положение кислоручейской свиты в составе рифейского складчатого фундамента Тимана Докл АН СССР, т 146, 1962, № 5
- Журавский А Хребет Адак-Тальбей Горячий водопад Архангельские губ вед, 1906, № 143
- Загорская Н Г Некоторые данные по стратиграфии четвертичных отложений Коротаинхой депрессии Информ бюлл Ин-та геологии Арктики, вып. 8, 1958
- Зайцев И К К вопросу формирования подземных вод Информ сб ВСЕГЕИ, 1956, № 4
- Зайцев И К Основные типы гидрогеологических структур на территории СССР «Советская геология», 1959, № 11
- Зайцев И К Региональные закономерности гидрохимии подземных вод СССР Докл к собр междунар ассоц гидрогеологов «Проблемы гидрогеологии» Гостеолтехиздат, 1960
- Заломина Н М Природные газы Большеземельской тундры «Геол нефти и газа», 1965, № 3
- Замятии А Н Ухтинский нефтеносный район Изв Геолкома, т. XXX. Спб. 1911
- Зеккель Я Д К истории речной сети Печорского бассейна Изв ВГО, т 72, вып 6, 1940
- Зимаков Б М Влияние геологических условий на газоносность угольных месторождений Печорского бассейна Изв высш учебн завед, сер геол и разведка, 1961, № 7
- Зимаков Б М Газоносность В монографии «Печорский угольный бассейн и др месторождения угля Коми АССР и Ненецкого нац округа» Изд-во «Недра», 1965
- Зоричева А И К стратиграфии палеозойских отложений Севера Русской платформы В сб «Мат-лы ВСЕГЕИ», нов сер, вып 14, 1956
- Зоричева А И Триасовая система «Геология СССР», т II, ч I, 1963
- Иванов В В, Невраев Г А Классификация подземных минеральных вод Изд-во «Недра», 1964
- Иванова Т Ф Мерзлотное районирование Печорского угольного бассейна Тр Сев отд ин-та мерзлотоведения, вып 1 Сыктывкар, 1960
- Иванова Т Ф Жильные льды в Большеземельской тундре Тр Сев отд ин-та мерзлотоведения, вып 1 Сыктывкар, 1960
- Иванова Т Ф Геокриологическое районирование территории Европейского Севера Тр Сев отд ин-та мерзлотоведения, вып 2, Изд-во АН СССР, 1962
- Иванов А В, Фотиева Н Н, Осипова Р П, Коновалова М В Стратиграфия и нефтегазоносность пермских отложений юго-вост части Печорской депрессии и басс верхней Печоры Тр ВНИГРИ, вып 133, 1959
- Израилев В М О строении и классификации форм полигонального рельефа Воркутского района В сб «Вопросы географ мерзлотовед и перигляциальн морф» Изд-во МГУ, 1962
- Искюль В И Почвенно-геологический очерк Усть-Сысольского и юго западной части Вычегодского казенных лесничеств Вологодской губ, т II Спб, 1910

Ищенко В С Первые результаты изучения спорово-пыльцевого состава мезозойских отложений северной части Печорской депрессии В сб «Мат-лы по геол и полезн ископ Северо-Востока Европ части СССР», вып 2 Госгеолтехиздат, 1962

Казмина Т И, Герасюто З С, Петрова Л П Воды, погребенные в осадочных породах Тр ВНИГРИ, вып. 131, 1959.

Калецкая М С Палеогеографические особенности последнего ледникового покрова на крайнем Северо-Востоке Европейской части СССР В сб «Мат-лы по геол и полезн ископ Северо-Востока Европ части СССР», вып 2 Госгеолтехиздат, 1962

Калецкая М С, Миклухо-Маклай А Д Некоторые черты четвертичной истории восточной части Печорского бассейна и западного склона Полярного Урала Тр Ин-та геогр АН СССР, вып 76, 1958

Калинина О А Сводные данные о плотности и пористости горных пород и опыт их геологического истолкования Тр ВНИГРИ, вып 133, 1959

Калинина О А, Фотиади Э Э Крупные черты тектонической структуры Северо-Востока Европейской части СССР по геологическим и геофизическим данным Тр ВНИГРИ, вып 133, 1959

Кальберг Э А Новые данные по стратиграфии и тектонике Среднего Тимана «Советская геология», сб 38, 1948

Кальберг Э А. Сереговский соляной купол В сб «Мат-лы по геол и полезн ископ Северо-Востока Европ части СССР», вып 2 Госгеолтехиздат, 1962

Калюжный В А Характеристика отложений Ижма-Омринского комплекса и связанные с ним проявления нефтегазоносности Тр ВНИГРИ, вып 133, 1959

Калюжный В А, Иванова К П Продуктивные отложения среднего и верхнего девона Южного Тимана Тр ВНИГРИ, вып 133, 1959

Каменский Г Н Гидрогеологический тип как основная единица гидрогеологического районирования Тр Первого всесоюзн гидрогеол съезда. Сб 8 Л —М, 1933

Каменский Г Н Гидрохимическая зональность в распределении подземных вод Тр МГРИ, т 26, 1951

Каменский Г Н, Климентов П П, Овчинников А М Гидрогеология месторождения полезных ископаемых Госгеолтехиздат, 1953

Каменский Г Н, Толстихина М М, Толстихин Н И Гидрогеология СССР. Госгеолтехиздат, 1959

Каминский А И Курортные богатства Ухтинского района Коми АССР Изв Коми фил, вып 5, ВГО, 1959

Кейзерлинг А, Крузенштерн П Печорский край в географическом и гидрографическом отношениях Из путевых наблюдений Ж Мин-ва внутр дел, 1851, № 4, 34, 35

Керцелл С В По Большеземельской тундре с кочевниками Архангельск, 1911

Князев С А, Тарбаев Б И Новые данные по геологии гряды Чернышева В сб «Мат-лы по геол и полезн ископ Северо-Востока Европ части СССР», вып 1 Госгеолтехиздат, 1961

Какуюнов Н Б, Конжин И А. Оборудование скважины для проведения наблюдений за режимом подземных вод в условиях многолетней мерзлоты «Разведка и охрана недр», 1964, № 7

Коми АССР за 40 лет Статистический сб Сыктывкар, 1961

К 40 летию Коми АССР Сыктывкар, 1961

Кондианн О А, Кондианн А Г Стратиграфия и фации девонских отложений южной части Печорского Урала Мат-лы ВСЕГЕИ, нов сер, вып 28, 1960

Конжин И А, Какуюнов Н Б, Яковлев В И Формирование шахтных вод в условиях несплошного распространения многолетней мерзлоты Советская геология, 1966

Конжин И А, Калым В А К вопросу о режиме и питании подземных вод в условиях распространения многолетней мерзлоты В сб «Мат-лы по геол и полезн ископ Северо-Востока Европ части СССР», вып IV, 1965

Конжин И А Гидрогеологические условия Интинского месторождения и их особенности в связи с эксплуатацией шахт и водозаборов подземных вод В сб «Мат-лы по геол и полезн ископ Северо-Востока Европ части СССР», вып V Сыктывкар, 1965

Конищев В Н К вопросу о роли термокарста в развитии блочного рельефа Воркутинского района Вопросы физич геогр полярных стран, вып 2 Изд МГУ, 1959

Коновалова М В, Сливкова Р П Новые данные по стратиграфии пермских отложений Тимано-Печорской провинции В сб «Геол нефти и газа Северо-Востока Европ части СССР» Изд-во «Недра», 1964

Коссовой Л С К стратиграфии девона Северного Тимана Тр ВНИГРИ, вып 133, 1959

Крапивнер Р Б Проблема соединения бассейнов Камы, Вычегды и Печоры в четвертичное время и перигляциальные отложения бассейна р Камы БМОИП, отд геол, т XXXVI (2), 1957

- Краснов И И Результаты изучения четвертичных отложений Большеземельской тундры и Печорской низменности Бюлл комис по изуч четвертичн периода, 1947, № 9
- Краснов И И Четвертичные отложения и геоморфология Камско Печорско-Вычегодского водораздела и прилегающих территорий Мат лы по геоморф Урала, вып 1 Свердловск, 1948
- Кремс А Я Вопросы формирования залежей нефти и газа ГОНТИ, 1954
- Кремс А Я, Чернявский Г В Новые газоносные районы Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции В сб «Геол нефти и газа Северо-Востока Европ части СССР» Изд во «Недра», 1964
- Кротова В А Волго-Уральская нефтеносная область Гидрогеология Тр ВНИГРИ, вып 94, 1956
- Кротова В А Роль гидрогеологических факторов в образовании, сохранении и разрушении нефтяных залежей Госгеолтехиздат, 1957.
- Кротова В А О гидрогеологических критериях нефтеносности В сб «Геохим методы поисков нефтяных и газовых месторождений» Изд АН СССР, 1959
- Куделин Б И К методике определения подземного питания рек Докл АН СССР, т 52, 1946, № 1
- Куделин Б И Новые принципы выделения подземного стока на гидрографе рек Докл АН СССР, т 78, 1951, № 6
- Куделин Б И Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод Изд во МГУ, 1960
- Кулик Н А Источники Пым-Ва Шор Изв Архангельск об-ва изуч Русск. Севера, 1909, № 12
- Кудрявцев В А Температура верхних горизонтов вечномерзлой толщи в пре делах СССР Изд во АН СССР, 1954
- Кушнарёва Т И Стратиграфия, литология и нефтеносность надпродуктивных девонских отложений Тр ВНИГРИ, вып 133, 1959
- Лаврова М А К вопросу о морских межледниковых трансгрессиях Печорского района Уч зап ЛГУ, вып 6, 1949
- Ливеровский Ю А Геоморфология и четвертичные отложения северных частей Печорского бассейна Тр Геоморф ин та АН СССР, вып 7, 1933
- Лихарев Б К Геологические исследования в Южном Тимане Тр ВГРО, вып 150, 1931
- Лихарев Б К Отчет о геологических исследованиях Вычегодско-Печорского водораздела в 1930 Изв ВГРО, вып 65, 1932
- Любомиров Б Н Использование гидрогеологических материалов при решении вопроса о тектонической нарушенности отдельных структур Тр ВНИГРИ Сб «Геология и геохимия», № 2, (VIII), 1958
- Любомиров Б Н Некоторые особенности карстопроявления на территории Коми АССР Тр ВНИГРИ, вып 131, 1959₁
- Любомиров Б Н Подземные воды Тимано-Пайхойской области в связи с оценкой перспектив ее нефтегазоносности Тр ВНИГРИ, вып 133, 1959₂
- Любомиров Б Н О водяных включениях в газовых и нефтяных залежах Южного Тимана «Геология нефти и газа», 1960, № 2
- Любомиров Б Н Палеогидрогеологические условия и их значение при формировании нефтяных и газовых залежей на примере Тимано-Печорской провинции «Советская геология», 1963, № 11
- Люткевич Е М, Пейсик М И Север Русской платформы Очерки по геологии СССР, т 2 Тр ВНИГРИ, вып 101, 1957
- Македонов А В Литология и генезис продуктивной толщи Печорского угольного бассейна В кн «25 лет геол изуч Печорск угольн басс» Сыктывкар, 1958
- Малахов А А Геология среднего Тимана и западного Притиманья Гостоптехиздат, 1940
- Мартынова Г П Расчленение девонских отложений по остракодам Тр ВНИГРИ, вып 133, 1959
- Молин В А, Буданов Г Ф Пермь и триас района Зиминской аномалии Юго-Западного Притиманья Тр Ин-та геол Коми фил АН СССР, вып 3, 1962
- Муравьев И С Стратиграфия и фациальное строение верхнепермских отложений в бассейне среднего течения р Печоры Докл АН СССР, т 136, 1961, № 2
- Мухин Н И Многолетнемерзлая толща пород Усинского и Сейдинского угольных месторождений Печорского бассейна Тр Сев отд ин-та мерзлотоведения, вып 1, 1960
- Мячин Ю Ф Ресурсы источников водоснабжения (Печорский угольный бассейн) Мат лы совещ по вопр комплексн исслед природн ресурсов Печорского угольн басс Сыктывкар, 1955
- Найденова В И, Полак В Г О геотермических условиях Волго Уральской провинции Тр ЛГГП им В П Саваренского, т XII, 1962
- Николаев Н И К вопросу состояния изученности новейших континентальных отложений Мат-лы совещ по осадочн породам Докл АН СССР, вып 1, 1952

- Овчинников А М Минеральные воды Госгеолнздат, 1947.
- Около Кулак Е И Инженерия геология Речиздат, 1953
- Оттен Ф Ф Новые данные по тектонике Воркутского месторождения на основании материалов шахтной геологии В кн «25 лет геол изучения Печорского угольного басс» Сыктывкар, 1958
- Оффмаи П Е Происхождение Тимана Тр ГИН АН СССР, вып 59, 1961
- Пахтусова Н А О границе перми и триаса в бассейне Северной Двины В сб «Мат-лы по геол и полезн ископ Северо Запада РСФСР», вып 3, 1962₂
- Пахтусова Н А Новые данные о возрасте песчаной юрской толщи в верхнем течении реки Пинеги и на Пинежско Вашском водоразделе Докл АН СССР, т 144, 1962₂, № 4
- Пахтусова Н А, Шишкин М А Новые материалы для установления границы перми и триаса в бассейне Северной Двины Докл АН СССР, т 143, 1962, № 1
- Первухина Е А Соляные источники Северного края как основа для поисков каменной соли Гр Сев базы АН СССР вып 5, 1939
- Першина А И Стратиграфия и палеогеография девонских отложений правобережья Средней Печоры и Южной части гряды Чернышева Изд-во АН СССР, Л, 1960
- Пиннекер Е В, Ломоносов И С Концентрационные рассолы Сибирской платформы и их аналоги в Азии, Европе, Африке и Америке Изв АН СССР, сер геол, 1964, № 10
- Писарев Г Ф, Датский Н Г Вечная мерзлота и условия строительства в Усинском лесотундре Северного края Тр СОПС и Комис по изуч вечной мерзлоты, сер сев, вып 2, Изд-во АН СССР, 1934
- Погоревич В В Опыт биофациального изучения воркутской свиты северо-восточной части Печорского бассейна Тр Лабор геол угля АН СССР, вып 5, 1956₁
- Погоревич В В Пермь Полярного и Приполярного Урала Мат-лы совещ по униф стратигр схем Урала, 1956₂
- Покровский В А Температурная характеристика подземных вод Русской платформы и ее обрамления «Проблемы гидрогеологии» Госгеолтехиздат, 1960
- Полетаев И К Карта подземных вод Коми АССР (Объяснительная записка) Тр Ин та геол Коми фил АН СССР, вып 2, 1962
- Полетаев И К Гидрогеологические условия бассейна р Ухты Тр Ин та геол Коми фил АН СССР, вып 4 1964
- Полетаев И К Тобычский артезианский бассейн Тр Ин та геол Коми фил АН СССР, вып 5, 1965
- Пономарев В М Гидрогеологический очерк Амдерминского района Тр горно геол упр Главсевморпути вып 1, 1937
- Пономарев В М Формирование подземных вод по побережью северных морей в зоне вечной мерзлоты Изд-во АН СССР, 1950
- Пономарев В М Подземные воды территории с мощной толщей многолетнемерзлых горных пород Изд-во АН СССР, 1960
- Полов А И Блочный рельеф на севере Западной Сибири и в Большеземельской тундре Вopr физ географ полярных стран, вып 1 Изд-во МГУ, 1958
- Полов А И Покровные суглинки и полигональный рельеф Большеземельской тундры Вopr географ мерзлотовед и перигляциальн морфол Изд-во МГУ, 1962
- Полов А И Плейстоценовые отложения в нижнем течении р Печоры В сб «Кайнозойский покров Большеземельской тундры» Изд-во МГУ, 1963
- Полов И В Инженерия геология Изд-во МГУ, 1959
- Полов И В Печора — Северо-Двинско Камский водораздел и его пути сообщения в связи с вопросами об облегчении добычи и вывоза ухтинской нефти Ж Мин во пут сообщ, кн 4, 1907
- Производительные силы Коми АССР, т I Геол строение и полезн ископ Изд-во АН СССР 1953
- Разницын В А Стратиграфия и нефтегазоносность нижнего карбона Южного Тимана Тр ВНИГРИ, вып 133, 1959
- Разницын В А Рифейские отложения Тимана Тр НИИГА, т 130, вып 19, 1962
- Редозубов Д В Закономерности температурного поля вечной мерзлоты на Воркуте Тр Ин та мерзлотоведения АН СССР, т I Изд-во АН СССР 1946
- Редозубов Д В Результаты работ по исследованию сооружений и зданий в условиях вечной мерзлоты Печорского бассейна В кн «Проблемы развития Печорского угольного бассейна» Сыктывкар, 1957
- Розен М Ф Наблюдения над распространением вечной мерзлоты в дельте р Печоры Тр Комисс по изуч вечн мерзл, т 4, 1935
- Родионов Н В Карст Европейской части СССР, Урала и Кавказа Госгеолтехиздат 1963
- Руофф З Ф Типы тундр в районе Воркуты и их связь с многолетнемерзлыми породами Тр Сев отд Ин та мерзлотоведения, вып 1 Сыктывкар, 1960
- Саваренский Ф П Инженерия геология ОНГИ, НКТП СССР 1937

- Сазонов Н В Мезозойские отложения южной части Печорской депрессии Тр ВНИГРИ, вып 133 1959
- Сайдановский С Е, Ткачук В Г, Цвик С М Об условиях формирования подземных вод хлоридного натриево-кальцевого типа «Гидрохимические материалы», т 23, 1955
- Силин Бекчурин А И Формирование подземных вод Северо-Востока Русской платформы и западного склона Урала Тр ЛГГП, т IV, 1949
- Скробов А А Новые данные по геологии района Сергеевского солеваренного завода (обл Коми) Изв ЛГГП, т IV (9), 1935
- Скробов А А, Смирнов Н В Природные минеральные воды Северного края Тр Сев геол упр, вып 4, 1939
- Солнцев О А Метаморфические сланцы Тр ВНИГРИ, вып 133 1959
- Солищев О А, Кушиарева Т И Тимано-Печорская провинция Очерки по геологии СССР, т 2 Тр ВНИГРИ, вып 101, 1957
- Солищев О А, Литвиненко Н И Печоргородская зона — новый перспективный газоносный район Тимано-Печорской провинции В сб «Геология нефти и газа Северо-Востока Европ части СССР» Изд-во «Недра», 1964
- Софронов Г П Четвертичные отложения Воркутского района Тр Ин-та мерзлотовед, т 6, 1944
- Стадников Г Л Глинистые породы Изд-во АН СССР, 1957
- Станкевич Е Ф Четвертичные отложения восточной части Большеземельской тундры Изв АН СССР, сер геол, 1962, № 5
- Сухарев Г М Гидрогеология и воды нефтяных и газовых месторождений Госгеолтехиздат, 1959
- Суходольский С Е О питании подземных вод в пермских породах северной части Печорского угольного бассейна Сыктывкар, 1960₁
- Суходольский С Е Влияние прерывистости толщи многолетнемерзлых горных пород на водообильность северо-восточной части Печорского угольного бассейна Тр Ин-та мерзлотоведения, т 16, 1960₂
- Суходольский С Е Некоторые особенности формирования подземных вод Печорского каменноугольного бассейна на примере Усинского месторождения Тр Ин-та мерзлотоведения, т 17, 1961
- Суходольский С Е Особенности формирования подземных вод и их влияние на залегание мерзлых толщ В кн «Геокриологические условия Печорского угольного бассейна» Изд-во «Наука», 1964
- Суходольский С Е О парагенезисе подземных вод и толщ многолетнемерзлых горных пород (на примере анализа геологических гидрогеологических и геокриологических условий Воркутского промышленного района) В сб «Мерзлотные исследования и вопросы строительства» Сыктывкар, 1966
- Сыроватко М В Гидрогеология и инженерная геология при осушении угольных месторождений Госгеолтехиздат М, 1960
- Таифильев Г И Пределы лесов в Полярной России Одесса, 1911
- Теория и практика мерзлотоведения в строительстве По опыту работы в восточной части Европейского Севера Изд-во «Наука», 1965
- Тихонович Н Н О структуре Тиманского кряжа БМОИП, отд геол, т XXI (6), 1946
- Толстихия Н И Подземные воды мерзлой зоны литосферы Госгеолтехиздат 1941
- Троянский С В, Белицкий А С, Чекин А И Общая и горнорудничная гидрогеология М, 1960
- Тютюнов И А Многолетнемерзлые породы в долине р Хальмерью (предгорье Полярного Урала) В кн «Многолетнемерзлые породы и микрорельеф в Печорском угольном бассейне» Изд-во АН СССР, 1961
- Уваркин Ю Т Термокарст и его значение при промышленном освоении Печорского угольного бассейна Тр Сев отд Ин-та мерзлотоведения, вып 1 Сыктывкар 1960
- Уваркин Ю Т, Жукова А И Криогенные и посткриогенные образования В кн «Геокриологические условия Печорского угольного бассейна» Изд-во «Наука», 1964
- Устрицкий В И О границе нижней и верхней перми в Печорском бассейне и в Арктике Тр НИИГА, т 114, вып 14, 1960
- Фивейский Д А Проходка и крепление шахтных стволов в вечном мерзлом толще Европейского Севера СССР Тр Ин-та мерзлотоведения, т 6, 1944
- Филатов К В К вопросу об основных процессах формирования подземных вод Изв высш учебн завед, сер геол и разведки, 1960, № 2
- Фирер Г М, Чернявский Г В Стратиграфия и нефтегазоносность мезозойских отложений северо-западной части Тимано-Печорской провинции (район г Нарьян-Мара) В сб «Геол нефти и газа Северо-Востока Европ части СССР», вып 1 Изд-во «Недра», 1964

Фотиев С М Проблема взаимодействия подземных вод и мерзлых толщ в различных типах гидрогеологических структур на территории СССР Мат-лы VIII Всесоюзн совещ по мерзлотоведению (геокриологии), вып 2 Якутск, 1966

Хаицер Л Л Новые данные о возрасте базальтов гряды Чернышева и северо-восточных районов Печорского бассейна Изв АН СССР, сер геол, 1959, № 12

Хайцер Л Л Триасовые отложения бассейна р Хей Яги на юго-западном склоне Пай-Хоя В сб «Мат-лы по геол и полезн ископ Северо-Востока. Европ. части СССР», вып 2 Госгеолтехиздат, 1962₁

Хайцер Л Л Новые данные по стратиграфии перми и триаса р Адзвы (северная часть гряды Чернышева) БМОИП, отд геол т XXXVII, вып 1 1962₂

Хохлов И В, Шерстиев Н В, Феданов В И, Зайцев С И Разработка угольных месторождений Печорского бассейна Изд-во АН СССР, 1960

Хрусталева Л Н Фильтрационные свойства сезоннопротаивающих суглинистых грунтов в районе Воркуты В сб «Мат-лы к основам учения о мерзл зонах земли коры», вып 7 Изд-во АН СССР, 1961

Худяев И С Новые данные по стратиграфии верхнеюрских и неокомских образований в Сысольском районе Тр Ленингр об-ва естествоисп, т XII, вып 4, 1927

Худяев И Е Отчет о геологических и гидрогеологических исследованиях в районе Сереговского солеваренного завода летом 1928 Тр ГГРУ ВСНХ, вып 31, 1931

Худяев И Е Общая геологическая карта СССР Сыктывкар Кожим, Подъельск Тр Ленингр геол треста, вып 18, 1936

Цзю З И Основные черты тектонического развития Тимана Печорской провинции В сб «Геол нефти и газа Северо-Востока Европ части СССР» Изд-во «Недра», 1964

Чалышев В И Стратиграфия и литология лагунино континентальных отложений перми и триаса Средней Печоры Изд-во АН СССР, 1961

Черепеников А А Гелий в природных газах Ухтинского района В сб «Природные газы», ОНТИ, 1931, № 1

Черепеников А А Химические исследования природных газов и вод района Печорской Пижмы В сб «Природные газы», ОНТИ, 1935, № 9

Чернов А А Полезные ископаемые Печорского края Тр Ин-та по изуч Севера, вып 35, 1926

Чернов А А Сероводородные источники некоторых новых районов Печорского края, имеющих признаки нефтеносности и газоносности В сб «Природные газы», 1932, № 3

Чернов А А Полезные ископаемые Печорского края с Пай-Хоем, Вайгачем и Южным островом Новой Земли Архангельск, 1935

Чернов Г А Новые данные по геологии и перспективам нефтеносности и угленосности восточной части Большеземельской тундры «Советская геология», 1945, № 4

Чернов Г А Новые данные по четвертичной истории Большеземельской тундры Бюлл Комисс по изуч четверт пер, 1947, № 9

Чернов Г А Нижний карбон Печорской гряды В сб тр, посвящ А А Чернову в связи с 80 лием Сыктывкар, 1960

Чернов Г А Девонские отложения восточной части Большеземельской тундры Изд АН СССР, 1962

Черный В Г Стратиграфия и тектоника рифейского складчатого фундамента северо западной части полуострова Канин БМОИП, отд геол, т X (2), 1965

Чернышев Ф Н Орографический очерк Тимана Тр Геолкома, т XII, 1915

Шатский Н С Фосфоритносные формации и классификация фосфоритовых залежей Мат-лы совещ по осадочн породам Докл АН СССР, вып 2, 1955

Швецов П Ф К вопросу о связи температуры и мощности вечной мерзлоты с геологическими и гидрогеологическими факторами Изв АН СССР, сер геол, вып 1, 1941

Швецов П Ф Значение состава, строения, водопроницаемости и влажности почвы и горных пород в формировании среднегодовой температуры земной коры Тр Сев отд Ин-та мерзлотоведения вып 1 Сыктывкар, 1960

Шилов Л П, Бушуев А С К вопросу о неотектоническом строении восточного склона Среднего Тимана в связи с поисками локальных положительных структур Сб Проблемы нефтегазоносности Тимана Печорской провинции ЦНИИТЭнефтегаз, 1964

Шишкин И И Коми АССР Экономико-географическая характеристика Госгеографиздат, 1959

Шмелев Н В Пермь Пай-Хоя, Полярного и Приполярного Урала Мат-лы совещ. по униф стратиграф. схем Урала. Изд ВСЕГЕИ, 1956

Шмелев Н. В. Основные черты геологического строения Печорского угольного бассейна В кн «25 лет геол. изуч Печорского угольн басс». Сыктывкар, 1958

Шренк А Путешествие к северо-востоку Европейской России через тундры самоедов к северным Уральским горам Спб, 1855

Шеголев Д И Рудничные воды Углетехиздат, 1948.

Щербаков А В Гидрохимические карты Принципы и методы их составления. Тр. ЛГГП им В П Саваренского, т XLV, 1962

Яковлев С А Основы геологии четвертичных отложений Русской равнины. Госгеолтехиздат, 1956

Яновский В К. Экспедиция на р. Печору по определению южной границы вечной мерзлоты Тр Комис по изуч вечн мерзлоты, т II, 1933

ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР

Том XLII

Коми АССР и Ненецкий национальный округ Архангельской области РСФСР

Редактор издательства А И Панова

Техн редактор А Г Иванова

Корректор С. А Силаева

Сдано в набор 10/III 1969 г	Подписано в печать 19/III 1970 г	T-05023
Формат 70×108 ¹ / ₁₆	Печ л 21,0 (в т ч 5 цв карт)	Усл. печ л 29,4
Уч-изд л 31,63 (в т ч 5 цв карт)	Бумага № 1 и офсетная	Индекс 3—4—1
Тираж 1000 экз	Заказ 337/10353-2	Цена 3 р 03 к с прилож

Издательство «Недра» Москва, К-12, Третьяковский проезд, д 1/19
Ленинградская картфабрика ВАГТ