

ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР

ТОМ XXXI

ЛАТВИЙСКАЯ ССР

НЕДРА • 1967

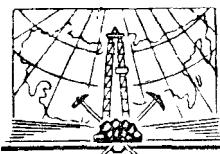
ИЗДАТЕЛЬСТВО
«Н Е Д Р А»
МОСКВА 1967

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

ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
А. В. СИДОРЕНКО

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



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
МОСКВА 1967

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ (ВСЕГИНГЕО)
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ
ЛАТВИЙСКОЙ ССР

ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР

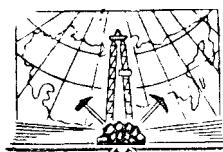
ТОМ XXXI

ЛАТВИЙСКАЯ ССР

II часть

ВЕДУЩИЙ РЕДАКТОР
А. И. ДЗЕНС-ЛИТОВСКИЙ

ЗАМ. ВЕДУЩЕГО РЕДАКТОРА
А. И. СКРАСТИНА



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
МОСКВА 1967

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ «ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР»

АФАНАСЬЕВ Т. П.
АХМЕДСАФИН У. М.
БАБИНЕЦ А. Е.
БУАЧИДЗЕ И. М.
ДУХАНИНА В. И.
ЕФИМОВ А. И.
ЗАЙЦЕВ И. К.
КАЛМЫКОВ А. Ф.
КУДЕЛИН Б. И.
КЕНЕСАРИН Н. А.
МАККАВЕЕВ А. А.
МАНЕВСКАЯ Г. А.
ОБИДИН Н. И.
ОВЧИННИКОВ А. М.

ПЛОТНИКОВ Н. И.
ПОКРЫШЕВСКИЙ О. И.
ПОПОВ В. Н.
ПОПОВ И. В.
РОГОВСКАЯ Н. В.
(зам. главного редактора)
СОКОЛОВ Д. С.
СИДОРЕНКО А. В.
(главный редактор)
ТОЛСТИХИН Н. И.
(зам. главного редактора)
ФОМИН В. М.
(зам. главного редактора)
ЧАПОВСКИЙ Е. Г.
ЧУРИНОВ М. В.
ЩЕГОЛЕВ Д. И.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ XXXI ТОМА
«ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР» — «ЛАТВИЙСКАЯ ССР»

ДЕНИСОВ П. Е.
ДЗЕНС-ЛИТОВСКИЙ А. И.
(ведущий редактор)
ЛИНДЫНЯ Э. В.

МИХАЙЛОВСКИЙ П. М.
ОЗОЛА Р. А.
СКРАСТИНА А. И.
(зам. ведущего редактора)

ВВЕДЕНИЕ

Для более целесообразного проведения дальнейших гидрогеологических исследований территории Латвии в томе XXXI монографии «Гидрогеология СССР» — «Латвийская ССР» обобщены и проанализированы материалы последнего десятилетия по состоянию на 1/1 1964 г., куда вошли данные по всем глубоким структурным скважинам на нефть и газ, комплексным геолого-гидрогеологическим скважинам на нефть и газ, комплексным геолого-гидрогеологическим съемкам, разведочным гидрогеологическим работам, буровым скважинам на воду и инженерно-геологическим изысканиям.

В процессе работы над очерками монографии и в соответствии с указаниями Главной редакции томов «Гидрогеология СССР» — «Латвийская ССР» появилась необходимость разделения XXXI тома на две части: I — для открытого пользования и II — закрытую.

Ниже приводится краткое содержание вопросов, освещенных в первой части тома.

Латвийская ССР расположена на западе европейской части СССР на площади 64,5 тыс. км^2 .

Территория Латвийской ССР представляет собой равнину, осложненную холмистыми возвышенностями с abs. отм. порядка 150—270 м, значительно реже 290—312 м (характерно для древних долин). Гипсометрическая граница между низменностями и возвышенностями проводится применительно к условиям Латвии по горизонтали 120 м. В соответствии с геоморфологическими условиями республики А. И. Яунпурниньш выделяет в Латвии семь групп геоморфологических районов: Западно-, Средне-, Северо- и Восточно-Латвийских низменностей и Западно-, Средне и Восточно-Латвийских возвышенностей, которые разделяются на подрайоны (табл. 1).

Вилякско-Зилупский скат и Погоцкая низменность, сходные по рельефу и различные по генезису и характеру четвертичных отложений, входят в состав геоморфологических районов соседних республик.

Балтийское море и Рижский залив, хорошо развитая речная сеть, большое количество озер (около 5000), обилие болот (общая площадь $\sim 4000 \text{ км}^2$) и своеобразные особенности латвийского климата с большой относительной влажностью воздуха, — все эти условия оказывают существенное влияние на формирование подземных вод.

Территория Латвии входит в состав крупнейшего Прибалтийского артезианского бассейна первой группы, на фоне которого выделяются два артезианских бассейна первого порядка: Латвийский (центральная часть), расположенный в восточной части республики, и северная часть Польско-Литовского, занимающая западную часть Латвии. В формировании этих бассейнов существенную роль сыграли региональные геоструктурные элементы, на сочленении которых расположена территория республики, а именно: южные отроги Балтийского щита, Латвийская седловина, Балтийская синеклиза, Белорусско-Литовский выступ фун-

Таблица 1

Геоморфологический район	Геоморфологические элементы
Западно-Латвийская низменность	Приморская низменность Вентско-Усминская впадина Южно-Курземская низменность
Средне-Латвийская низменность	Земгальская равнина Рижская песчаная равнина Средне-Латвийская покатость
Северо-Латвийская низменность	Видземское побережье Приморской низменности Средне-Гауйская низменность
Восточно-Латвийская низменность	Северо-Видземское поднятие Средне-Даугавская лимногляциальная равнина Лубанская равнина Акнистская приподнятость
Западно-Латвийская возвышенность	Вилянско-Крустпилсская „ Северо-Латгальская „ Западно-Курземская возвышенность Восточно-Курземская возвышенность Тукумско-Талсинские холмы Дундагское поднятие
Средне-Латвийская возвышенность	Восточно-Видземская возвышенность Центрально-Видземская возвышенность Гулбенский вал Селийский вал
Восточно-Латвийская возвышенность	Латгальская возвышенность Аугшземская возвышенность

дамента. Немаловажное значение при этом имел литолого-фациальный состав осадочных толщ кайнозоя (только четвертичные), мезозоя (юго-западной Латвии) и палеозоя, залегающих на поверхности кристаллического фундамента, а также сочетание геоморфологических и климатических условий.

В геологическом строении территории Латвийской ССР принимают участие четвертичные, юрские, пермские, каменноугольные, девонские, силурийские, ордовикские, кембрийские и вендинские осадочные отложения, которые яостылаются протерозойскими и архейскими породами кристаллического фундамента.

В составе этих осадочных пород выделяются водоносные горизонты и комплексы.

Четвертичные отложения распространены повсеместно, они весьма изменчивы по литологическому составу и мощности, которая колеблется от 0,5 до 170 м (обычно 10—15 м) и в районах древних и погребенных долин превышает 300 м.

В разрезе четвертичной системы Латвии выделяются современные (голоцен) и ледниковые (плейстоцен) отложения.

Современные отложения представлены морскими осадками нескольких стадий Балтийского моря и континентальными — озерными, болотными, аллювиальными, эоловыми и др. Мощность современных отложений колеблется от 0 до 3—5 м, реже 15 м.

Ледниковые отложения имеют довольно значительное развитие на территории Латвии, мощность их весьма непостоянна и колеблется от 1 до 100—300 м.

В соответствии со сводной легендой Прибалтийской серии листов Государственной геологической карты и карты четвертичных отложений масштаба 1:200 000 на территории Латвии выделены три комплекса ледниковых отложений: вюрм, рисс и миндель.

В отложениях четвертичной системы заключены значительные запасы качественных пресных грунтовых вод, которые используются для водоснабжения крупных городов республики: Риги, Елгавы, Даугавпилса, Вентспилса и других, а также совхозов, колхозов и отдельных предприятий в районах.

Особо перспективными для дальнейшего водоснабжения являются древнеаллювиальные образования, слагающие террасы р. Даугавы у г. Даугавпилса; в Рижском районе аллювиальные отложения рек Гауи, Лиела-Югла и Маза-Югла и песчано-гравийные отложения трансгрессий Балтийского бассейна.

По химическому составу грунтовые воды обычно относятся к гидрокарбонатно-кальциевым и гидрокарбонатно-кальциево-магниевым с минерализацией от 0,2 до 0,8 г/л, в среднем минерализация грунтовых вод составляет 0,3—0,4 г/л.

В западной части Латвии в пределах Польско-Литовского артезианского бассейна развиты отложения мезозоя и более молодые отложения палеозоя, с которыми связаны водоносные комплексы и горизонты.

Юрские отложения (J_{3+2}) распространены в юго-западной части Латвии, на дочетвертичной поверхности прослеживаются на отдельных небольших участках в виде гляциальных глыб или отторженцев. Сложены песками, песчаниками, глинами и алевролитами, среди которых подчиненное значение имеют маломощные прослои конгломератов, аргиллитов и небольшие линзы углей. Мощность их колебается от 4 до 25 м. Юрские пески содержат воды спорадического распространения, гидрокарбонатно-кальциево-магниевого типа с минерализацией от 0,2 до 0,3 г/л. Юрские отложения практического значения для водоснабжения не имеют.

Отложения триаса (T_1) занимают незначительную площадь в юго-западной части Латвии. Представлены однообразной толщей известковых глин и алевролитов с маломощными редкими прослоями песчаников. Мощность триаса колебается от 5 до 85 м. Триасовые отложения перекрыты юрскими и четвертичными породами, общая мощность которых около 100 м. Триасовые отложения на всех участках являются водоупором.

Пермские отложения (P_2) развиты в юго-западной Латвии, вдоль границ с Литвой, представлены известняками и доломитами, мощность их колебается от 5 до 35 м. К этим отложениям приурочен верхнепермский водоносный горизонт с напорными пресными водами, гидрокарбонатно-кальциевого типа; минерализация вод колебается от 0,2 до 0,4 г/л; удельный дебит 4,2 л/сек. Этот горизонт является перспективным для водоснабжения г. Лиепая и других городов и населенных пунктов, расположенных в районах его развития.

Каменноугольные отложения (C_1) распространены в северной части Польско-Литовского артезианского бассейна. Представлены песчаниками, алевролитами, глинами и карбонатными породами. Мощность их колебается от 5 до 142 м. Нижнекаменноугольный водоносный комплекс содержит напорные пресные воды гидрокарбонатно-кальциево-магниевого типа с минерализацией от 0,2 до 0,5 г/л; удельный дебит от 0,1 до 3 л/сек. Воды комплекса широко используются для водоснабжения юго-западной части Латвии.

Девонские отложения в пределах Польско-Литовского артезианского бассейна начинаются осадками фаменского яруса, развитыми в юго-западной части территории Латвии.

Фаменский ярус объединяет данковский, лебедянский, елецкий и чимаевский стратиграфические горизонты; представлен мощной пачкой (100—115 м) переслаивающихся карбонатных и песчано-глинистых пород. Первые три горизонта слагают фаменский водоносный комплекс, а чимаевский горизонт, состоящий из глинисто-мергелистых пород (мощность 7—18 м), служит водоупором.

Воды фаменского водоносного комплекса пресные, гидрокарбонатно-кальциево-магниевого типа с минерализацией 0,3—0,8 г/л. В низах комплекса к югу от городов Добеле и Елгава воды отличаются повышенной минерализацией вследствие подтока сульфатных вод с нижележащих загипсованных слоев (в этих районах чимаевский горизонт не выдержан). В районе г. Лиепая воды комплекса (капседско-жагарские слои) загрязняются в результате подсоса соленых морских вод.

Отложения франского яруса распространены по всей территории Латвии, за исключением ее северной и юго-восточной частей. Верхняя часть франского яруса представлена мощной карбонатной пачкой весьма изменчивого литолого-фациального состава, расчлененной на стратиграфические горизонты: амулский, ловатский, памушский, бурегский, семилукский и саргаевский, которые по гидрогеологическим особенностям, а также вследствие малой изученности в пределах Польско-Литовского артезианского бассейна объединены в амулско-саргаевский водоносный комплекс верхнего девона с водами спорадического распространения (D_3 ат—ср). Мощность вмещающих пород этого комплекса увеличивается с севера на юг от нескольких метров до 110 м. Воды напорные, чаще всего сульфатно-гидрокарбонатного, реже гидрокарбонатно-сульфатного типа. Гидрокарбонатно-кальциево-магниевые воды отмечаются только в отложениях памушского горизонта. Воды амулско-саргаевского горизонта большого практического значения не имеют.

В Латвийском артезианском бассейне в восточной части Латвии в карбонатной толще верхней части франского яруса развит бурегско-саргаевский водоносный комплекс, имеющий практическое значение. Воды хорошего качества гидрокарбонатно-кальциево-магниевого типа с минерализацией от 0,3 до 0,4 г/л.

Нижняя песчано-глинистая толща франского яруса (швентойский горизонт) и верхняя песчано-глинистая толща живетского яруса (таргуский горизонт) объединены в швентойско-таргусский водоносный комплекс, развитый в обоих артезианских бассейнах на всей территории Латвии. Этот водоносный комплекс содержит напорные хорошие пресные воды в основном гидрокарбонатно-кальциево-магниевого типа с минерализацией от 0,3 до 0,9 г/л. В наиболее опущенной части Польско-Литовского артезианского бассейна минерализация повышена до 1,2—2,5 г/л. Швентойско-таргусский комплекс имеет большое значение, его водами обеспечиваются самые крупные города республики.

Подошвой швентойско-таргусского водоносного комплекса являются водоупорные породы мергелисто-глинистой толщи наровского горизонта, распространенные по всей территории Латвии.

Отложения низов среднего и нижнего девона, сложенные толщей песчаников, песков с прослойями глин и в нижней части карбонатно-глинистыми породами мощностью от 10 до 210 м, изучены недостаточно. Поэтому пярнуский горизонт D_2 рг, кемерская свита D_2 км и станишкайская свита D_1 ст объединены в донаровский водоносный комплекс среднего и нижнего девона. На территории республики донаровский водоносный комплекс распространен повсеместно и содержит воды с раз-

личной минерализацией (от 0,3 до 10—12 г/л). Пресные воды гидрокарбонатно-кальциево-магниевого типа имеются в северо-восточной и юго-восточной частях Латвии, где отложения этого комплекса залегают относительно близко к поверхности земли. На остальной части территории своего распространения донаровский комплекс содержит воды с минерализацией от 4,6—7 г/л (Рижское взморье) до 12 г/л в пределах Польско-Литовского артезианского бассейна.

Минерализованные воды донарского комплекса относятся к хлоридно-кальциевому типу и имеют большое бальнеологическое значение.

Силурийские отложения (верхний и нижний отделы) развиты почти на всей территории Латвии, за исключением района Валмиерско-Локновского структурного поднятия. Они представлены карбонатно-мергелисто-глинистой толщей, мощность которой колеблется в восточной части Латвии от 12 до 79 м, в западной от 264 до 592 м. Силурийские отложения служат региональным водоупором.

Отложения ордовика распространены по всей Латвии, исключением является район севернее г. Алуксне. Верхний и средний ордовик представлен водоупорной карбонатной мергелисто-глинистой толщей мощностью от 82 м на северо-западе (Палтена) до 139 м на юго-востоке (Акнисте).

Отложения нижнего ордовика (тремадокский ярус, пакерортский горизонт) представлены кварцевыми песчаниками с прослойями глин и алевролитов, залегают трансгрессивно на песчаниках тискреского горизонта среднего кембрия и слагают единый пакерортско-тискреский водоносный горизонт, имеющий повсеместное распространение. Мощность его колеблется от 5 до 87 м. Воды напорные до самоизлива, хлор-кальциевого типа, минерализация от 83 до 119 г/л. Рассолы содержат до 500 мг/л брома (Блиденская структура).

Нижнекембрийские отложения (песчано-глинистая Балтийская серия) развиты на значительной части территории Латвии, за исключением ее северо-восточной части. Максимальная мощность этих отложений 80 м. Они именуются нижнекембрийским водоносным комплексом; изучены недостаточно; по химическому составу — это высоконапорные рассолы хлор-кальциевого типа с минерализацией 104 г/л, содержат бром (386,4 мг/л) и железо (41,7 мг/л).

Докембрийские отложения представлены глинистыми, реже песчано-глинистыми осадками — котлинского горизонта и крупнозернистыми песчаниками гдовского горизонта и объединены в вендский водоносный комплекс. Комплекс изучен слабо, высоконапорные воды, минерализация от 101 до 119 г/л, содержание брома до 250 мг/л.

На территории Латвии в дочетвертичных породах выделяются три гидрохимические зоны подземных вод, отличающиеся по химизму, глубине залегания и областям питания. Сверху располагается зона пресных вод «А», глубина ее залегания прослеживается на абс. отм. от —100 до —500 м, мощность водосодержащих пород колеблется от 200 до 600 м. Воды этой зоны пресные, гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-кальциево-магниевого типа с минерализацией от 0,2 до 0,9 г/л, широко используются для водоснабжения городов, населенных пунктов, совхозов и колхозов. Ниже залегает зона солоноватых вод «Б», подошва ее фиксируется на абс. отм. от —500 до —700 м, мощность водовмещающих пород изменяется от 100 до 200 м. Зона «Б» отличается хлоридно-сульфатно-натриево-кальциевыми водами, содержащими до 50 мг/л брома и до сотых долей милиграмм на 1 л йода и является источником лечебных вод для санаториев и курортов республики. Зона хлоридно-натриевых вод — рассолов «В» характеризуется мощностью водовмещающих пород от 500 до 200 м, подошва ее проходит по кровле

фундамента на глубине от 400 до 1700 м. Рассолы напорные, содержат бром до 300—500 мг/л и другие полезные компоненты. Воды этой зоны изучены недостаточно, однако по имеющимся материалам представляют определенный интерес как перспективное сырье для добычи брома, поваренной соли, магния, а также для использования в бальнеологических целях.

Исследование режима грунтовых и подземных вод в Латвии начали проводить в 1882 г., но лишь на отдельных участках и с длительными перерывами. В 1959 г. с организацией Латвийской гидрогеологической станции Управления геологии и охраны недр при Совете Министров Латвийской ССР началось систематическое изучение режима пресных и минеральных грунтовых и напорных вод с постоянно развивающейся наблюдательной сетью.

Фактические материалы, полученные за сравнительно небольшой отрезок времени (с 1959 по 1963 г.), позволили выделить районы естественного режима грунтовых вод: междуречный, склоновый, приречный и приозерный, дать характеристику этих районов и определить их площадь. Пресные артезианские воды в большинстве случаев используются для промышленных целей и, если промышленность обеспечивать водой за счет открытых водоемов, то подземные напорные горизонты приобретут нормальный эксплуатационный режим. При эксплуатации минеральных вод курортов «Кемери» и «Балдоне» в целях сохранения более устойчивой минерализации необходимо строгое соблюдение зоны санитарной охраны курортов, а также охраны горизонтов минеральных вод от подтока пресных и загрязненных вод.

Определение естественных ресурсов пресных подземных вод комбинированным методом, проведенное с учетом количества выпадающих осадков, испарения, инфильтрации и стока подземных вод, геоморфологических и гидрогеологических условий, структурных и геологических особенностей и литологического состава горных пород, позволило установить, что естественные ресурсы пресных подземных вод более чем в два раза превышают эксплуатационные. Это положение позволяет уверенно прогнозировать увеличение эксплуатации пресных подземных вод.

Минеральные воды хлоридно-натриевого типа с минерализацией от 4,5 до 5,5 г/л встречаются по всей территории, за исключением южной и северной частей Восточной Латвии. Применяются они для ванн и питья в санатории «Балтия» Рижского взморья, на курорте Кемери, в санатории «Лichi» и г. Валмиера для питья. Минеральные воды этого типа только с повышенной минерализацией (до 100 г/л и выше) приурочены к отложениям нижнего палеозоя, вскрыты скважинами в юго-западной Латвии и в районе г. Даугавпилса.

Сульфатно-кальциевые воды с минерализацией от 1 до 3,5 г/л связаны с гипсонасыщенными отложениями верхних частей саргаевского и амулского горизонтов верхнего девона. Проявляются они в виде источников в районах Сигулды (Зуши), Кемери, Кандавы, Балдоне, Барбеле и др.

Курорт Кемери славится лечебными сероводородными водами с содержанием сероводорода до 40—50 мг/л. Сероводородные воды курорта Балдоне обладают значительно меньшей минерализацией. Указанные курорты используют в лечебных целях торфяные и сапропелевые грязи, месторождения которых расположены поблизости.

Перспективы расширения действующих курортов значительны.

Бессистемное бурение различными организациями скважин на воду и их эксплуатация до 1958 г. вызвали истощение горизонтов пресных подземных вод, подсос в них минерализованных и нечистых вод верх-

них горизонтов (г. Лиепая и др.), а несоблюдение зон санитарной охраны, отсутствие очистных сооружений и сброс технических вод в открытые водоемы и карстовые воронки еще больше осложнили это положение (на Рижском взморье и в других местах). Все сказанное явилось следствием того, что охраной подземных вод (за исключением органов Государственной санитарной службы) никто не занимался и только с 1959 г вопросами контроля за подземными водами начали заниматься Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Латвийской ССР и Комитет по охране природных ресурсов Совета Министров Латвийской ССР.

С 1958 г. три указанные организации начали заниматься выявлением загрязненных участков, заброшенных скважин и других очагов, загрязняющих водоносные горизонты, и принимать меры по охране подземных вод, но пока эти меры еще недостаточны.

Месторождения полезных ископаемых, развитые на территории Латвии, являются сырьем для производства строительных материалов; как правило, гидрогеологические условия их не сложны; почти все они разрабатываются карьерами до уровня грунтовых вод.

Местоположение Латвии в зоне избыточного увлажнения заставляло население заниматься вопросами мелиорации уже в XVII в., но деления территории на мелиоративные районы не проводилось. Автор очерка «Гидрогеология заболоченных территорий» В. В. Кроп составил схему гидрогеолого-мелиоративного районирования, по которой на территории республики выделяется семь районов на основе геологического строения и режима грунтовых вод с учетом планируемых гидромелиоративных мероприятий.

Очерк «Инженерно-геологические условия Латвии» составлен на основе большого фактического материала по инженерной геологии. На территории Латвии с учетом главных геоструктурных элементов выделяются два региона, а по геоморфологической классификации А. И. Яунпурниша — семь областей с подробной характеристикой состава поверхностных (четвертичных) и коренных (дочетвертичных) пород.

Разделение XXXI тома монографии на две части повлекло за собой и разделение списка использованной литературы для составления очерков. Таким образом II (закрытая) часть монографии «Гидрогеология СССР», XXXI том, «Латвийская ССР» составляет единое целое с основной I частью монографии. В первой же части помещен основной список литературы.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ИСТОРИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Историю изучения гидрогеологических условий Латвии можно разделить на два этапа, отличающиеся уровнем гидрогеологических знаний и направленностью работ. Первый этап охватывает период с конца XVIII в. до 1945 г., ко второму этапу относятся последующие годы по 1963 включительно.

Первые сведения о подземных водах Латвии имеются в работе профессора Елгавской (Митавской) академии И. Фербера [Ferber, 1784], описавшего Балдонский сероводородный источник. К этому же времени относятся первые сведения об использовании Кемерских сероводородных источников.

В 1882—1883 гг. Тим [Thiem, 1883], М. Глазенап [Glazenapp, 1887] и Смрекер [Smrekere, 1889] публикуют результаты изысканий источников водоснабжения для г. Риги в районе оз. Балтэзерс, где были обнаружены значительные запасы грунтовых вод. Эксплуатация их началась в 1904 г. Приводятся также сведения о химическом составе и количестве выявленных подземных вод нескольких водоносных горизонтов осадочной толщи девона, хотя в это время еще и не была разработана стратиграфическая схема отложений девона Латвии.

К. Ругевич (1891) впервые установил округи охраны сероводородных источников в Кемери и Балдоне. При этом он пришел к выводу, что сероводородные воды циркулируют в верхних горизонтах девона на сравнительно небольшой глубине, а запасы минеральных сероводородных вод настолько велики, что мелиоративные работы, проводимые на прилегающих массивах болот, не могут существенно повлиять на режим существующих минеральных источников.

В. Видениек [Videnieks, 1950] сообщает, что в период 1906—1911 гг. Б. Досс [Doss, 1905, 1907] в районе г. Елгавы производил гидрогеологические изыскания для водоснабжения. Выявлено три водоносных горизонта, приуроченных к четвертичным отложениям, и собран материал, характеризующий их водообильность и качественный состав.

Изучением подземных вод в 20 и 30-х годах занимались П. Номалс [Nomals, 1927], М. Биманис [Bimanis, 1929], Я. Купцис [Kupcis, 1926—1934] и Р. Павел [Pavels, 1937]. Ими опубликован ряд работ, содержащих сведения о химическом составе подземных вод, дебитах источников и колодцев в районе гг. Цесис, Валмиер и с. Инчукалнс и т. д. Е. Краус [Kraus, 1937] публикует сведения о подземных водах, распространенных в районе Елгавы (Митавы), касается и остальной территории Латвии. Он выделяет девять водоносных горизонтов, приуроченных к четвертичным, девонским, силурийским и кембрийским отложениям. Возрастание минерализации подземных вод (по мере увеличения глубины их залегания) Краус объясняет содержанием солей, якобы сохранившихся до наших дней в осадочных морских отложениях.

В 1940 г. вышел в свет сборник, в котором имелось описание месторождения минеральных сероводородных вод Балдоне. В сборник вошли статьи Я. Витыньша [Vitins, 1940], В. Дуцманиса [Dusmanis, 1940], В. Зана [Zans, 1940], Я. Рументса [Ruments, 1940] и К. Цукерманиса [Cukermanis, 1940]. В статьях описываются физико-географическая обстановка и геологическое строение, приводятся результаты гидрогеологических исследований поверхностных вод, приводятся результаты гидрогеологических исследований поверхностных вод, химический состав вод сероводородных источников и округ их охраны.

В 1941 г. была опубликована первая часть сборника «Округ охраны сероводородных источников Кемери» Я. Витыньша [Vitins, 1941], в которой содержатся подробные сведения о программе исследований, физико-географических условиях месторождения и описание районов, выделенных по морфологическим признакам. В рукописи сохранилась работа В. Дуцманиса [Dusmanis, 1942], освещающая гидрогеологические условия Кемерского месторождения. Автор приводит данные о поверхностном стоке, дает качественную и количественную характеристику сероводородных источников, определяет водоносность верхних горизонтов девона и направление подземного стока. Анализ режима отдельных водоносных горизонтов показывает наличие гидродинамической связи между ними.

Результаты геолого-гидрогеологического обследования Бауского уезда в 1937 г. изложены в работе Я. Витыньша [Vitins, 1943], где описаны физико-географические, геологические и гидрогеологические условия района.

Краткий обзор работ первого этапа показывает, что гидрогеологические исследования охватывали лишь небольшие участки территории Латвийской ССР.

После Великой Отечественной войны начинается второй этап истории гидрогеологических исследований территории Латвии, которые проводились в соответствии с планом восстановления и развития народного хозяйства. Основные задачи по изучению геологического строения и гидрогеологических условий выполняли Институт геологии и полезных ископаемых АН Латв. ССР, с 1953 г. Институт «Латгипроргстрой» Министерства строительства Латв. ССР, а с 1958 г. Управление геологии и охраны недр при СМ Латв. ССР и другие организации союзного подчинения. Бурение скважин на воду одновременно осуществляли специализированные организации республиканского и союзного подчинения.

С 1947 г. на территории Латвии 5-ое геологическое управление Министерства геологии СССР проводит комплексную геологическую съемку в масштабе 1:200 000. Целью этих работ было составление отчетов и специальных геологических, гидрогеологических и почвенных карт. В отчетах освещены гидрогеологические условия четвертичных отложений отдельно для каждого генетического типа пород (по С. А. Яковлеву). Водоносные горизонты девона рассматривались схематично как единая нерасчлененная толща.

В 1962 г. этим же управлением была закончена комплексная геолого-гидрогеологическая съемка территории листа 0-35-ХХVIII в масштабе 1:200 000. В отличие от съемок 1947—1950 гг. составленный комплекс карт и отчет базируются на более качественном фактическом материале буровых и опытных гидрогеологических работ.

В главе «Подземные воды» описываются водоносные горизонты и комплексы, распространенные в четвертичных, верхне- и среднедевонских отложениях. Интерес представляет раздел, посвященный химическому составу подземных и поверхностных вод, формирование которых происходит в зоне свободного водообмена.

Таблица 2

Гидрогеологическая засыпость территории Латвийской ССР по состоянию на 1/1 1964 г. по административным областям

Административная область Латвийской ССР	Площадь административной области (без крупных водных пространств)	В том числе по масштабам съемок			Всего
		1 : 500 000		1 : 200 000	
		Всего	В том числе требуется дополнительных работ	Всего	В том числе требуется дополнительных работ
0-34	19 930	17104,9 85,9	—	2825,1 14,1	—
0-35	42 054	21471,0 51,1	—	16494,4 39,2	3888,6 9,3
0-35	2 605	2575 98,9	—	—	30 1,1
Всего по Латв. ССР	64589	41150,6 63,7	—	19319,5 29,9	—

Примечания. 1. В таблицу включены площади съемок, не перекрытые съемками более крупного масштаба.
 2. В числителе указана площадь (в км^2), покрытая съемками
 3. В знаменателе указано отношение засыпой площади в (%) к общей площади.

В 1949 г. Ленинградское отделение Гидроэнергопроекта провело гидрогеологическую съемку на территории г. Лиепая на площади 552 км^2 в масштабе 1 : 100 000 с целью изыскания источников водоснабжения города. В отчете при описании геологического строения, гидрогеологических условий территории города и результатов буровых и опытных работ приведены качественная и количественная оценки водоносных горизонтов, залегающих в верхней части разреза до глубины 250 м. Для водоснабжения города авторы рекомендуют воды верхнедевонского горизонта (низы данковского) и воды р. Барты. Однако авторы этих работ полностью не решили проблему водоснабжения города и не разобрались в вопросе о подсое морских вод в эксплуатационные горизонты.

Всесоюзный нефтяной научно-исследовательский институт (ВНИГРИ) в содружестве с другими организациями в 1947 г. на территории Прибалтики проводит бурение опорных скважин с целью выявления перспектив на нефть и газ. В пределах территории Латвии такие скважины пробурены в гг. Плявиняс, Бауска и пос. Понкули (Локно). Данные опорных скважин изменили ранее существовавшее представление о спокойном залегании отложений палеозоя и фациальном постоянстве его слоев, тектоническом строении и гидрогеологических условиях нижнекембрийских, среднекембрийских и ордовикских отложений. Результаты опорного бурения изложены в отчетах Л. И. Станкевич (1955) и Т. С. Теплинской (1955). Скважинами вскрыты высоконапорные рассолы хлоридно-натриевого или хлоридно-натриево-кальциевого типа (минерализация 100—119 г/л) с содержанием Br' и J' . Эти данные позволили уточнить закономерности вертикальной гидрогеологической зональности подземных вод. В соответствии с гидродинамической зональностью Н. К. Игнатовича на территории Латвии

выделены все три зоны: 1) активной циркуляции и водообмена с земной поверхностью; 2) затрудненной циркуляции и 3) замедленной циркуляции.

Глубокие структурно-поисковые скважины на нефть и газ, проведенные Управлением ГиОН при Совете Министров Латв. ССР на Курземском полуострове в населенных пунктах Пилтене, Ремте, Блидене и других, дали возможность опробовать воды среднекембрийских, ордовикских и силурийских отложений. Это высоконапорные рассолы хлоридно-натриево-кальциевого типа с минерализацией 108—127 г/л. Результаты структурно-поискового бурения изложены в отчетах Л. П. Карпицкой (1962) и В. Я. Карпицкого (1963).

В отчете К. Цукерманиса [Cukermanis, 1948] дан обзор гидрогеологических исследований, проводившихся в районе г. Цесиса в связи с централизованным водоснабжением. Для водоснабжения города рекомендуется водоносный горизонт, приуроченный к гауйской свите (швентойский горизонт) верхнедевонских отложений.

Отчет К. Цукерманиса и А. Янсона [Cukermanis, Jansons, 1948] о гидрогеологических исследованиях на территории г. Лиепая и его окрестностей составлен по материалам, собранным до 1943 г. Авторы выделяют семь водоносных горизонтов, приуроченных к четвертичным и верхнедевонским отложениям, начиная от надледниковых слоев*. Для эксплуатации эти авторы рекомендуют водоносные горизонты жагарской и мурской свит (данковский горизонт) верхнедевонских отложений, так как они наиболее водообильны, и минерализация их отвечает нормам, предъявляемым к питьевой воде.

О развитии водоснабжения г. Елгавы составлена сводная работа по данным В. Видениека [Videnieks, 1950]. В этой работе обобщен материал, накопленный в течение длительного времени при гидрогеологических изысканиях, которые проводились различными лицами и организациями в г. Елгаве. Эта работа интересна тем, что в ней, кроме сведений о грунтовых и артезианских водах, распространенных на территории города содержатся данные о развитии мероприятий по организации водоснабжения не только г. Елгавы, но и в других городах республики, а также по Советскому Союзу.

По г. Елгава В. Видениек рекомендует использовать для водоснабжения три водоносных горизонта в четвертичных отложениях и семь горизонтов в верхне- и среднедевонских отложениях.

В 1959 г. УГиОН при СМ Латвийской ССР приступило к предварительным и детальным геологоразведочным работам по выявлению запасов подземных вод для гг. Рига, Лиепая и Даугавпилс. В итоге появились отчеты о гидрогеологических изысканиях источников водоснабжения г. Риги: в районах Ремберги и Катлакалнса, А. И. Шмелькова (1960); в бассейнах рек Криевупе, Тумшупе и Б. Югла, К. В. Адамяна (1962); в районе г. Лиепая А. А. Хаютина и Э. А. Грикевича (1962); в г. Даугавпилс, Л. С. Колоколова, В. Г. Озолиньш и А. И. Шмелькова (1962). В отчетах освещены результаты гидрогеологических изысканий источников водоснабжения с подсчетом эксплуатационных запасов подземных вод, приуроченных к четвертичным отложениям (гг. Рига, Даугавпилс) и к отложениям верхнего девона (гг. Рига, Лиепая). Авторы дают рекомендации по размещению и заложению эксплуатационных скважин водозаборной сети.

В 1961 г. в Институте геологии АН Латв. ССР был составлен кадастр подземных вод республики с пояснительной запиской, который передан в фонды УГиОН и постоянно пополняется новыми данными.

* По стратиграфической схеме девона 1960 г.

В. Я. Стапренс (1962) на основании изучения фондовых и литературных данных разработал конкретные предложения по улучшению водоснабжения г. Риги. Для обеспечения города кондиционной водой он предложил использовать дополнительные ресурсы подземных и поверхностных вод, причем более рационально использовать первые, увеличить водоотбор на перспективных участках и сократить его на участках перерасхода.

Институтом геологии АН Латв. ССР по заданию Латгипросельстроя Министерства строительства Латв. ССР в 1963 г. составлены гидрогеологические карты четвертичных и дочетвертичных пород масштаба 1 : 200 000, сводки о распространении полезных ископаемых и гидрогеологических условиях отдельных административных районов республики. Работа выполнялась для нужд проектирования сельскохозяйственного строительства и закончена по 9 районам (Краславский, Айзпутский, Лимбажский, Добельский, Тукумский, Талсинский, Огрский, Мадонский и Екабпилсский).

Существенный интерес представляет отчет по оценке эксплуатационных запасов пресных подземных вод Латвийской ССР, составленный группой авторов Института геологии АН Латв. ССР и УГиОН при Совете Министров Латвийской ССР (К. С. Алишаускас, Г. А. Бычко, А. Г. Кошин, М. Г. Лавринович, Р. А. Озола, В. Я. Стапренс) в 1962 г. В отчете приведены краткая геолого-гидрогеологическая характеристика территории, материалы по существующему использованию подземных вод, результаты обследования и описание крупных водозаборов во всех значительных населенных пунктах республики: эти материалы использованы при подсчете эксплуатационных запасов. Рассмотрены также вопросы охраны подземных вод (бактериологическое и химическое загрязнение, истощение запасов подземных вод). Даны региональная оценка эксплуатационных запасов пресных подземных вод.

Известным вкладом в дело изучения подземных вод республики явилась организация Латвийской гидрогеологической станции УГиОН при СМ Латв. ССР в 1959 г. Со времени организации станции вышло четыре ежегодника: М. Р. Евдаева (1959); М. Р. Евдаева, И. П. Галениекс (1960); А. Э. Венскус, М. Р. Евдаева и И. П. Галениекс (1961); А. Э. Венскус, И. П. Галениекс, М. Р. Евдаева (1962), в которых помещены результаты режимных наблюдений, проводившихся на территории гг. Риги и Юрмалы, а также результаты гидрогеологического обследования отдельных объектов (гг. Вентспилс, Елгава, Цесис, Валмиер, Даугавпилс, Лиепая). В данное время значительно расширена сеть стационарных наблюдений.

Определенный практический интерес представляет сводка о гидрогеологических и инженерно-геологических условиях г. Риги, составленная А. К. Янсонс в 1960 [Jansons, 1960] по литературным и фондовым материалам. Эта сводка послужила основой при выборе скважин для наблюдательной сети.

Сведения о подземных водах содержатся в многочисленных отчетах о разведке полезных ископаемых, вышедших за период 1948—1962 гг.

С 1954 по 1959 г. проводились разведочные геолого-гидрогеологические работы на месторождении сероводородных вод Кемери силами института геологии и полезных ископаемых АН Латв. ССР и Всесоюзной конторой «Союзгеолкаптажминвод» Министерства здравоохранения СССР. Последние были закончены УГиОН при СМ Латв. ССР.

Проведенные работы освещены как в годовых отчетах, так и в окончательном отчете за 1961 г. П. М. Михайловского, А. П. Инданса, Г. П. Якобсона. Обширный фактический материал по химическому со-

ставу подземных вод и микробиологическим исследованиям позволил авторам по-новому поставить вопрос о формировании сероводородных вод месторождения Кемери.

В результате геологоразведочных работ на Кемерском месторождении впервые подсчитаны и утверждены в ГКЗ эксплуатационные запасы сероводородных вод.

Результаты небольших по объему рекогносцировочных работ, которые проводились в районе выхода источников сероводородных вод «Зуши», «Стайнни» и Кандава, освещены Э. Кине [Kine, 1949].

Сведения о минеральных водах и рассолах хлоридно-кальциево-натриевого или хлоридно-натриевого типа имеются в статьях К. Я. Цукерманиса (1947), А. И. Дзенс-Литовского (1953), Г. П. Якобсона (1957, 1961), в фондовых работах К. В. Адамяна, М. Г. Лавринович (1961), а также в отчетах о результатах бурения опорных скважин.

Результаты изучения химического состава подземных вод в бассейне рек Салацы, Гауи и в районе Рижского взморья (г. Юрмала) изложены в работах М. Н. Матисоне (1949, 1954). При проведении рекогносцировочных работ в названных районах обследовались источники, колодцы и буровые скважины на воду, приуроченные к водоносным горизонтам дочетвертичных отложений и, в меньшей мере, к четвертичным отложениям.

В районе Рижского взморья по различиям в химическом составе вод выделен один водоносный горизонт в четвертичных отложениях и один в отложениях девона, последний подразделяется на этажи и подгоризонты, воды которого являются смешанными сульфатно-гидрокарбонатного типа. Отмечено увеличение минерализации подземных вод по мере увеличения глубины их залегания. Автор указывает на два возможных варианта образования вод этого типа: растворение гипса с последующим катионным обменом, окисление пирита и мельниковита до серной кислоты и дальнейшее взаимодействие ее с доломитами. В заключение даются рекомендации об использовании вод гауйского горизонта верхнего девона для централизованного водоснабжения г. Юрмады.

Гидрогеологические условия Латвии освещены в печатных и фондовых работах Я. Витыньша (1947) и М. Г. Лавринович (1960, 1961). В сводном отчете К. В. Адамяна и М. Г. Лавринович (1961) наряду с описанием физико-географических условий и геологического строения дается обзор гидрогеологических исследований, приводится характеристика водоносности всего разреза палеозоя и четвертичных отложений, а также гидрогеологическое районирование территории республики для целей водоснабжения. Рассматриваются закономерности распространения, условия формирования минеральных вод и геотермические условия.

Гидрогеологические условия бассейна р. Даугавы на участках строительства Плявиньской ГЭС детально освещены в работах Е. Н. Спрингис и О. М. Варфоломеева (1959), О. М. Варфоломеева, Л. С. Саввайтова (1961), О. М. Варфоломеева (1963). В первой работе в главе «Гидрогеология» содержатся сведения о глубине залегания водоносных горизонтов, распространенных в районе, их водообильности, изменении пьезометрических уровней и особенностях химического состава подземных вод. На ряде участков отмечено пониженное положение пьезометрических уровней подземных вод аматского и плявиньского горизонтов, что указывает на дополнительные очаги разгрузки вод этих горизонтов, которые приурочены к карстовым породам. Эти депрессионные воронки имеют вытянутую форму и располагаются вдоль русла р. Даугавы.

В двух работах гидрогеологические условия в долине р. Даугавы рассматриваются в связи с изучением карстовых явлений в карбонатных породах франского яруса верхнего девона. Наряду с описанием общих гидрогеологических условий района исследования, автор касается вопроса влияния трещинно-карстовых вод на развитие карстовых процессов. Изучение доломитового карста в долине р. Даугавы позволило выделить новый гидродинамический тип профиля карстовых вод, который назван даугавским. Установлено, что развитие карстовых процессов наиболее интенсивно протекает в зоне нисходящей вертикальной циркуляции и в зоне колебания уровня висячих трещинно-карстовых вод.

В заключение необходимо остановиться на крупных региональных геолого-гидрогеологических исследованиях, охвативших всю территорию Прибалтики. А. В. Шуферов (1946) занимался изучением газоносности палеозойских и четвертичных отложений западной части Ленинградской области и смежных районов Прибалтики. В результате исследования газового состава подземных вод выявлено, что растворенные газы являются углекисло-азотными. По гелионакоплению определен возраст вод различных водоносных горизонтов палеозойских отложений. Установлено, что в большинстве случаев они значительно моложе водовмещающих пород (зона активного водообмена и частично зона замедленной циркуляции). Наиболее древний возраст имеют воды зоны застойного водообмена.

Геолого-гидрогеологические материалы, полученные в результате проведения опорного бурения в связи с изучением нефтегазоносности северо-запада Русской платформы, приводятся в крупных монографических работах как опубликованных, так и фондовых, в которых, помимо региональных гидрогеологических описаний, освещаются различные теоретические вопросы гидрогеологии и производится оценка перспектив нефтегазоносности рассматриваемой территории.

Б. Н. Архангельский (1946, 1947) занимался изучением химизма и динамики подземных вод западной части Главного девонского поля. Анализ гидрогеологических условий Прибалтийской впадины позволил ему подразделить весь комплекс палеозойских пород на отдельные водоносные толщи, которые рассматриваются как единый водоносный горизонт. Формирование подземных вод по Б. Н. Архангельскому в Прибалтийской впадине (всех гидродинамических зон) происходит путем инфильтрации на протяжении длительного времени.

Г. Я. Мейер (1947, 1949, 1951), изучавший гидрогеологические условия обширной территории северо-западных областей Русской платформы, разработал с учетом характера раскрытия недр, условий питания и разгрузки подземных вод, а также теоретических концепций Н. К. Игнатовича и В. А. Сулина о гидродинамических и гидрохимических зонах, вариант гидрогеологического районирования рассматриваемых районов.

В работах М. А. Гатальского (1950, 1953, 1954, 1956) большое внимание уделено вопросу формирования подземных вод. Автор указывает, что именно динамика, а не застойность обуславливает формирование различных типов подземных вод. Образование рассолов хлор-кальциевого типа рассматривается как конечный продукт метаморфизации подземных вод. М. А. Гатальский вводит новое понятие о коэффициенте закрытости структур и выражает его в цифровых величинах в виде отношения величины минерализации вод опробуемого горизонта к глубине опробования. На севере Русской платформы и в Прибалтике выделена дополнительная гидродинамическая зона — «значительного водообмена», в которой минерализация воды изменяется от 1 до 20 г/л. Автор высказывает предположение, что районы гидрохимических аномалий

являются гидрогеологическими «окнами», через которые происходит разгрузка рассолов.

Вопросы формирования подземных вод в западных областях Русской платформы рассматриваются в работе С. С. Коган (1956). В процессе обобщения результатов гидрохимических исследований вод палеозойских отложений выявлено положение кровли пород, содержащих рассолы хлор-кальциевого типа, и установлен ее рельеф.

Существенное значение имеет работа А. И. Силина-Бекчурина (1951, 1959), посвященная изучению роли морских впадин в формировании подземного стока, в связи с изучением гидрогеологической зональности подземных вод Русской платформы.

Большинство из рассмотренных работ, опубликованных и фондовых, иллюстрируются гидрогеологическими картами различного целевого назначения и масштаба. Среди них нужно указать на карту основных горизонтов подземных вод и гидрогеологического районирования территорий Эстонской, Латвийской и Литовской ССР масштаба 1 : 1 000 000, составленную Г. П. Синягиным (1944) с объяснительной запиской к ней. В результате обработки и синтеза фактического материала на тот период времени на карте показаны закономерности образования и циркуляции подземных вод в толще четвертичных и палеозойских отложений.

М. Х. Зуммер (1946—1947) составила два листа сводной гидрогеологической карты территории Латвийской ССР масштаба 1 : 500 000 (листы О-35-В и О-34-Г) с объяснительной запиской. Эта карта состоит из комплекса карт: карты фактического материала, схематической карты водоносности пород четвертичного возраста, карты водоносности пород дочетвертичного возраста и карты основных водоносных горизонтов. Эти карты составлены на основании изучения литературных и фондовых материалов и являются сводкой всех данных, имевшихся к тому времени.

По территории северо-запада Русской платформы, в том числе и Латвии, составлено большое количество специальных обзорных мелко-масштабных гидрогеологических карт, которые приводятся в работах А. В. ШуфERTова (1946), Б. Н. Архангельского (1947), Н. К. Игнатовича (1948), К. Я. Мейера (1947, 1948, 1951), М. Л. Гатальского (1950, 1953, 1954), С. С. Коган (1956) и в Атласе северо-западной части Русской платформы (1951), составленном коллективом сотрудников ВНИГРИ.

На этих картах охарактеризованы гидродинамические и гидрохимические закономерности подземных вод палеозойского комплекса. Карты отличаются по степени нагрузки и вопросам, которым они посвящены, часть из них сопровождается пояснительным текстом, в котором содержатся дополнительные характеристики подземных вод.

В 1958 г. составлены карты распространения, глубины залегания и минерализации грунтовых вод европейской части ССР масштаба 1 : 1 500 000 под редакцией В. И. Духаниной, Н. В. Родионова и А. Н. Семихатова.

В 1961 г. М. Г. Лавринович (1961) составлен комплект схематических обзорных гидрогеологических карт Латвийской ССР масштабов 1 : 500 000, 1 : 1 500 000 и 1 : 2 500 000. В комплект карт входят: сводная регистрационная карта буровых скважин на воду (с данными о водообильности и стратиграфической принадлежности), карта водоносности дочетвертичных отложений, карта основных водоносных горизонтов пород дочетвертичного возраста, карты гидрохимической зональности пярнусского, гауйского, плявиньского, саласпилесского и даугавского горизонтов, схема распределения грунтовых вод, глубин их залегания и минерализации. Кроме того, составлены схемы общего гидрогеологи-

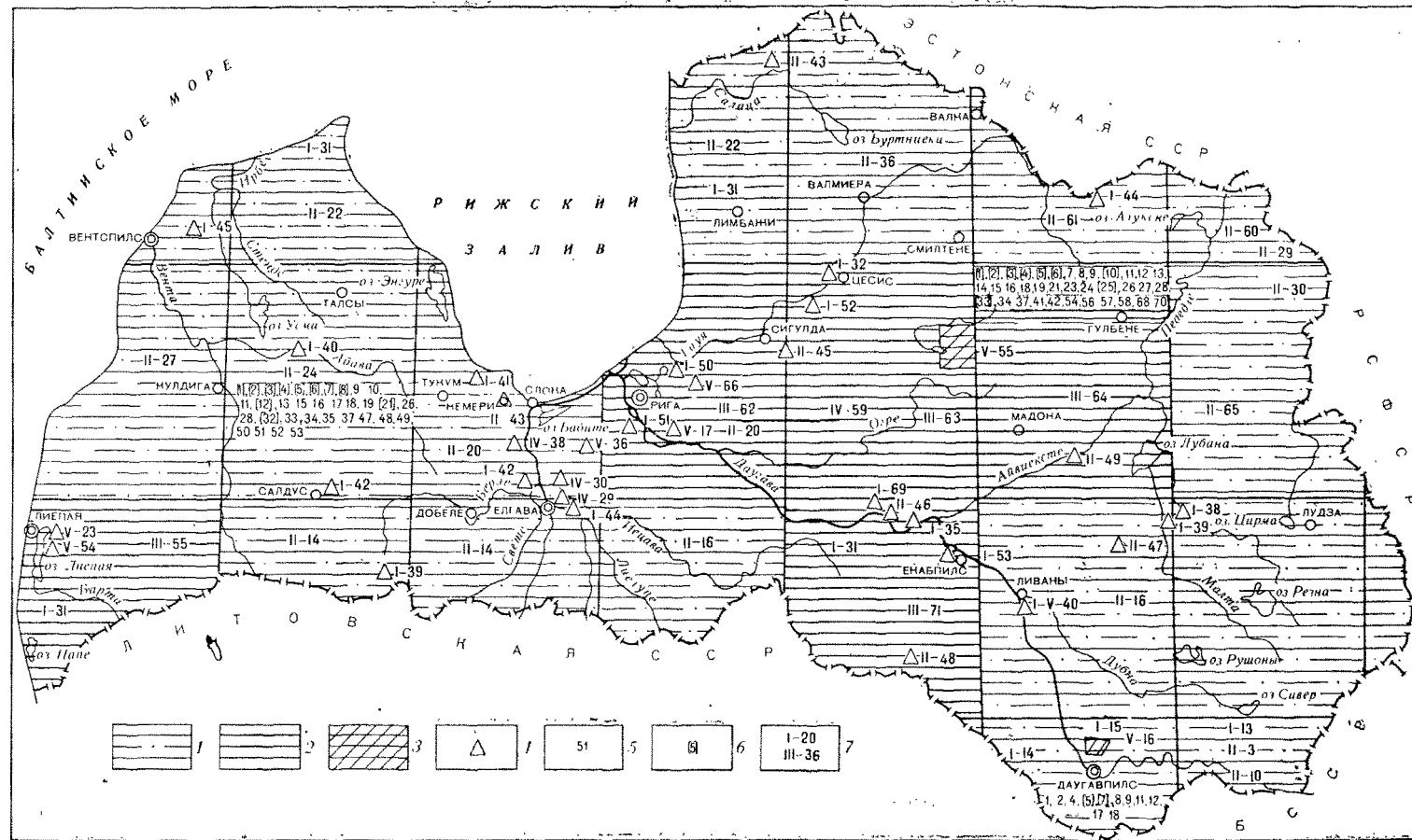


Рис. 1 Карта гидрологической изученности территории Латвийской ССР по состоянию на 1/1 1964 г., по данным Латвийского геолфонда

I — II категория — рекогносцировочные гидрогеологические исследования (на площади более 50 км² не проводились); I — II категория — гидрогеологические исследования, отвечающие масштабу съемки 1:500 000 и другим мельче 1:200 000; 2 — III категория — гидрогеологические съемки в масштабе 1:200 000 и исследования, отвечающие масштабам 1:200 000 и другим мельче 1:100 000; IV категория — гидрогеологические съемки в масштабе 1:100 000 и исследования, отвечающие масштабам 1:100 000 и другим мельче 1:50 000 (исследования на площади более 50 км² не проводились); 3 — IV категория — детальные гидрогеологические съемки в масштабах 1:50 000 и 1:25 000; 4 — работы с площадью исследований меньше 50 км²; 5 — неопубликованные номера безкатегорийных работ; 6 — опубликованные номера безкатегорийных работ; 7 — категории изученности и номера работ

ческого районирования территории Прибалтики и гидрогеологического районирования территории Латвии в целях водоснабжения и геотермического районирования Прибалтики. Карта водоносности дочетвертичных пород составлена с учетом методических указаний И. К. Зайцева (1954).

Комплект названных карт был составлен с учетом фактического материала, накопленного за последнее десятилетие, основное внимание уделено водоносным горизонтам дочетвертичных отложений, которые широко используются для водоснабжения.

С 1962 г. выходят отчеты комплексной съемки в масштабе 1:200 000 по Огрскому, Мадонскому и Видземскому листам восточной части Латвии, проводимой УГиОН при СМ Латв. ССР, гидрогеологическая часть отчета иллюстрируется гидрогеологическими картами четвертичных и дочетвертичных отложений.

С 1949 г. периодически выходят технико-экономические доклады и проекты, разрабатываемые в связи с гидротехническим строительством на р. Даугаве. Все материалы содержат крупномасштабные гидрогеологические карты по отдельным узким участкам долины р. Даугавы.

В 1954 г. Н. М. Матисоне составила гидрохимические карты четвертичных отложений района Рижского взморья масштаба 1:20 000, на которых показано содержание отдельных компонентов химического состава грунтовых вод.

В годовых отчетах и диссертационной работе Г. П. Якобсона (1954) приводятся результаты детальных гидрогеологических изысканий на Кемерском месторождении минеральных сероводородных вод, а также специальные гидрогеологические и гидрохимические карты разных масштабов.

В гидрогеологических ежегодниках Латвийской гидрогеологической станции (1960, 1961, 1962) содержатся гидрогеологические карты масштаба 1:25 000 по территории Риги, Даугавпилса, Лиепаи.

Большое количество специальных гидрогеологических карт содержится в отчете по оценке эксплуатационных запасов пресных подземных вод Латвийской ССР [Алешаускас, Озола, Стапренс, 1962]. Карты составлены в соответствии с методическими указаниями ВСЕГИНГЕО (1961—1962). Среди них имеются обзорные мелкомасштабные и специальные крупномасштабные карты, составленные для отдельных городов и по территории всей республики. Сюда входят карты фактического материала и карты гидроизопльез отдельных водоносных комплексов дочетвертичных отложений. Наиболее интересны впервые составленные карты специального гидрогеологического районирования территории Латвийской ССР по выделенным водоносным комплексам и карта модулей прогнозных эксплуатационных запасов пресных подземных вод. В заключение приводится картограмма гидрогеологической изученности по состоянию на 1/1 1964 г. (рис. 1), составленная в соответствии с требованиями Госгеолкома СССР (от 1952) сотрудниками Геолфонда УГиОН при Совете Министров Латв. ССР.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Водные ресурсы пресных подземных вод на территории Латвийской ССР в целом еще слабо изучены. В связи с составлением генеральной схемы комплексного использования водных ресурсов СССР впервые собраны и обработаны материалы по территории республики, которые сведены в отчете по оценке эксплуатационных запасов пресных подземных вод в 1963 г., составленном Управлением геологии и Институтом геологии АН ЛССР, ныне Институтом геологии г. Риги [Алишаускас, Озола, Стапренс, 1962]. В указанном отчете имеется предварительное обобщение сведений о том, где и сколько пресной подземной воды можно забирать, что примерно соответствует оценке эксплуатационных ресурсов подземных вод по категории C_2 .

При составлении настоящей главы за основу взяты материалы этого отчета. Оценка ресурсов произведена с учетом принципов и методик, разработанных ВСЕГИНГЕО [Биндеман и Семенова, 1961; Биндеман и др., 1962; Биндеман, 1963] с некоторыми дополнениями, необходимость которых определялась спецификой местной гидрогеологической обстановки.

Региональные эксплуатационные ресурсы подземных вод, являющиеся частью общих водных ресурсов страны, выражают расход подземных вод, который в течение определенного периода времени можно получить в пределах обширной территории (региона) из водоносных горизонтов или комплексов.

На территории республики по гидрогеологическим условиям и геологической структуре выделяются два артезианских бассейна открытого типа: северная часть Польско-Литовского на западе и центральная часть Латвийского на востоке. Граница между двумя бассейнами проходит примерно по линии Рига—Балдоне—Скайсткалне (изменения по последним представлениям см. на рис. 27 в I части монографии).

Оценка региональных эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод произведена только по основным водоносным комплексам и горизонтам, приведенным ниже:

1. Верхнепермский водоносный горизонт (P_2).
2. Каменноугольно-фаменский водоносный комплекс ($C_1—D_3 fm$), объединяющий два водоносных комплекса — нижнекаменноугольный (C_1) и фаменский ($D_3 fm$).
3. Бургско-саргаевский водоносный комплекс верхнего девона ($D_3 br—sr$), включающий бургско-семилукский ($D_3 br+sm$) и саргаевский ($D_3 sr$) водоносные горизонты.
4. Швентойско-таргуский водоносный комплекс верхнего и среднего девона ($D_3 sv+D_2 tr$), включающий швентойский водоносный горизонт верхнего девона ($D_3 sv$) и тартуский водоносный горизонт среднего девона ($D_2 tr$).
5. Кроме указанных выше, в северо-западной части Курземского полуострова выделен четвертичный водоносный горизонт (Q), что вы-

звано отсутствием пресных вод во всех нижезалегающих водоносных горизонтах дочетвертичных отложений. Ввиду ограниченности распространения и малой водообильности этот водоносный горизонт не является основным.

Следует отметить, что в отчете по эксплуатационным запасам каменноугольно-фаменский водоносный комплекс именуется по старой стратиграфической схеме вентско-елецким водоносным комплексом верхнего девона. Поскольку в отчете расчеты произведены по бывшему вентско-елецкому комплексу в настоящей главе из-за отсутствия данных каменноугольный водоносный горизонт не выделен как самостоятельный и рассматривается совместно с фаменским водоносным комплексом.

ОСНОВНЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Главное свойство подземных вод — их подвижность и, следовательно, непрерывная возобновляемость запасов. При региональной оценке эксплуатационных ресурсов для водоносного горизонта в целом важнейшим критерием обеспеченности ресурсов является величина питания. Питание водоносного горизонта — это его естественные ресурсы (динамические запасы), выражающие непрерывное возобновление естественных запасов (статических) подземных вод.

Другое свойство и отличие ресурсов подземных вод от твердых полезных ископаемых заключается в том, что ресурсы подземных вод зависят от способности горных пород проводить воду и передавать напор. При прочих равных условиях эксплуатационные ресурсы увеличиваются при большей водопроводимости пласта.

При оценке ресурсов водоносный пласт в ряде случаев должен быть также охарактеризован для напорных вод параметрами неустановившегося движения подземных вод — коэффициентами пьезопроводности и коэффициентами уровнепроводности для безнапорных вод. Поскольку депрессия подземных вод формируется под влиянием многих факторов (упругие свойства воды и горных пород, перетекание и связь через «окна» с другими водоносными горизонтами) коэффициент пьезо- и уровнепроводности комплексно отражает совокупность влияния этих факторов.

Кроме того, оценка эксплуатационных ресурсов на том или ином участке распространения водоносного горизонта заключается в определении величины допустимого понижения уровня воды в скважинах, при которой обеспечивается извлечение ее на поверхность с требуемым дебитом и качеством в течение определенного (заданного) срока, принятого условно в 50 лет. Если в процессе эксплуатации уровень воды в скважинах не понижается до половины мощности водоносного пласта и не превышает глубины, при которой воду можно извлекать на поверхность современными насосами (100 м) раньше расчетного срока, то эксплуатационные ресурсы являются обеспеченными.

Следовательно, исходными параметрами для региональной оценки эксплуатационных ресурсов подземных вод являются:

- 1) водопроводимость водоносных пластов (km), т. е. произведение коэффициента фильтрации (k) на мощность водоносного пласта (m);
- 2) допустимое максимальное понижение (S_{max});
- 3) коэффициент пьезопроводности (a) — скорость передачи давления в напорных условиях.

Комплекс этих основных параметров определен в результате сбора, анализа и обобщения фондовых материалов по пресным подземным водам, а также по данным опытов, проведенных на опорных водозаборах.

Важнейшим для расчетов параметром является коэффициент водопроводимости пласта (km). Определение этого параметра произведено по данным опытных откачек из эксплуатационных скважин с учетом их несовершенства.

Для слоистых толщ, которые характерны для описываемой территории, величины коэффициентов водопроводимости определены по формуле:

$$km = k_1m_1 + k_2m_2 + \dots + k_nm_n,$$

где k_1m_1 , k_2m_2 — коэффициенты водопроводимости отдельных слоев.

Величина S_{max} определена в каждом конкретном случае в зависимости от глубины залегания водоносного горизонта, его мощности, высоты напора и гидрохимических условий района.

Величина максимального допустимого понижения отвечает следующим условиям:

- 1) водоносный горизонт (комплекс) не должен осушаться более, чем на половину мощности;
- 2) глубина динамического уровня не должна превышать 100 м, за исключением случаев самоизлива;
- 3) минерализация воды не должна превышать 1 г/л в течение всего периода эксплуатации.

Коэффициент пьезопроводности (a) является главной исходной величиной при определении модуля эксплуатационных запасов. Коэффициентом пьезопроводности учитываются упругие свойства воды и водовмещающих пород, обусловливающие неустановившееся движение подземных вод в напорных условиях. Этот коэффициент определен по данным опытных работ.

С учетом условий залегания подземных вод на территории республики выявлены границы распространения основных водоносных комплексов и горизонтов, в пределах которых выделены районы по водопроводимости и по величине возможных максимальных понижений. В результате составлены карты специального гидрогеологического районирования (рис. 2, 3) с количественными характеристиками по величинам km и S_{max} , которые подсчитаны для каждого гидрогеологического района путем средневзвешенного усреднения данных по участкам отдельных или групповых водозаборов. Показатели km и S_{max} характеризуют как водообильность толщи, так и возможности использования подземных вод для водоснабжения.

Карта специального гидрогеологического районирования является вспомогательной и используется для составления карты эксплуатационных запасов.

Ниже приводится характеристика основных водоносных комплексов и горизонтов, развитых в Польско-Литовском и Латвийском артезианских бассейнах, по величинам km и S_{max} .

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ И КОМПЛЕКСОВ ПО ВОДОПРОВОДИМОСТИ И МАКСИМАЛЬНОМУ ПОНИЖЕНИЮ

Польско-Литовский артезианский бассейн

В Польско-Литовском артезианском бассейне распространены следующие основные водоносные комплексы и горизонты:

- 1) верхнепермский водоносный горизонт;
 - 2) каменноугольно-фаменский водоносный комплекс и
 - 3) швентойско-таргуский водоносный комплекс.
- Четвертичный водоносный горизонт не имеет большого значения.

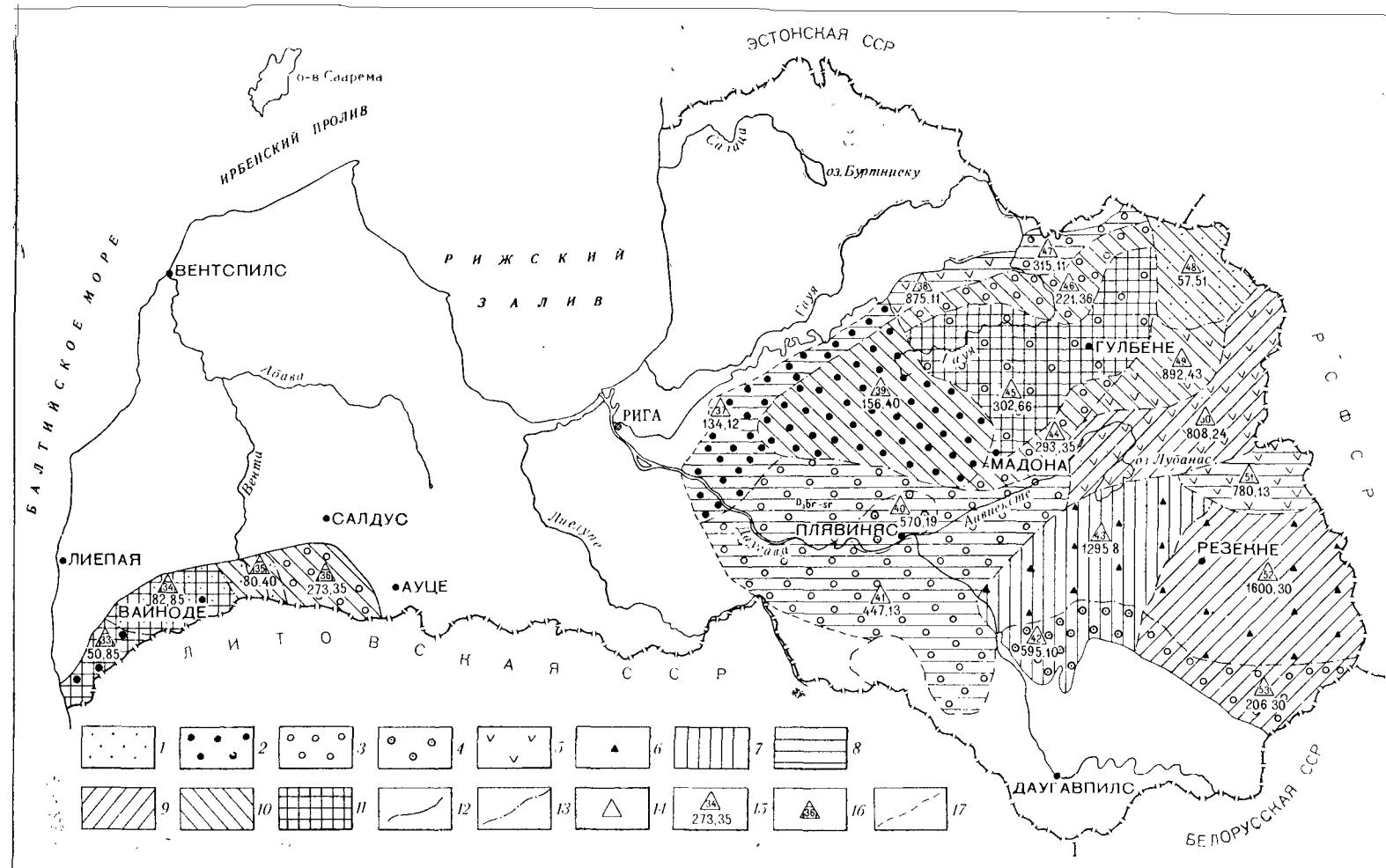
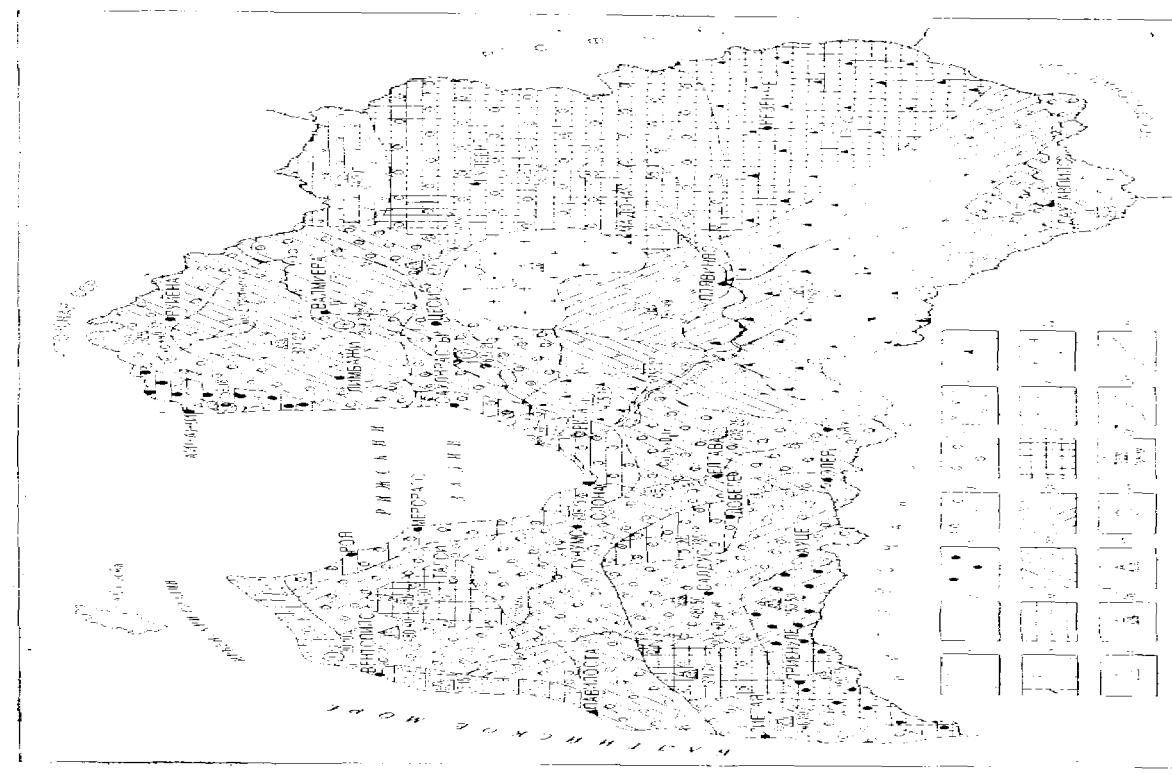


Рис. 2. Карта-схема специального гидрогеологического районирования пермского (P_2) водоносного горизонта и бурегско-саргаевского ($D_{\text{бр}} - sr$) водоносного комплекса

Зоны водопроводимости (в $\text{м}^3/\text{сут}$): 1 — от 50 до 100; 2 — от 100 до 200; 3 — от 200 до 500; 4 — от 500 до 700; 5 — от 700 до 1000; 6 — более 1000; участки S_{max} : 7 — до 10 м; 8 — от 10 до 20 м; 9 — от 20 до 30 м; 10 — от 30 до 50 м; 11 — от 50 до 100 м; 12 — граница водоносного комплекса; 13 — границы гидрогеологических районов; 14 — напорный водоносный горизонт открытых артезианских структур; 15 — номер гидрогеологического района, среднее значение $\text{km} \cdot S_{\text{max}}$ по данному гидрогеологическому району; 16 — напорный водоносный горизонт открытых артезианских структур в трещиноватых породах, переходящий в процессе эксплуатации в безнапорный; 17 — границы района, где водоносный комплекс не является основным для водоснабжения



PROBLEMS OF THE POLYMER INDUSTRY 113

Верхнепермский водоносный горизонт, приуроченный к известнякам и доломитам, распространен полосой вдоль литовской границы в юго-западной части бассейна. В зависимости от величины водопроводимости и максимального понижения в пределах распространения горизонта выделен ряд районов. Коэффициент водопроводимости горизонта колеблется от 80 до $270 \text{ м}^2/\text{сутки}$. Более водообильна восточная часть площади распространения горизонта; в западной же части, где горизонт погружен глубже, значение km уменьшается (см. рис. 2). Максимальное понижение определено с учетом полной сработки напора до кровли (30—75 м) и осушения половины мощности горизонта (10 м).

Каменоугольно-фаменский комплекс окаймляет вышеупомянутый горизонт с севера и востока и характеризуется величинами водопроводимости от 150 до $780 \text{ м}^2/\text{сутки}$. Преобладают районы со средним значением km (от 330 до $540 \text{ м}^2/\text{сутки}$). Повышенные значения водопроводимости ($780 \text{ м}^2/\text{сутки}$) отмечены в окрестностях г. Добеле и севернее его, где главным образом используется нижняя часть каменоугольно-фаменского водоносного комплекса, т. е. лебедянско-елецкий водоносный горизонт, залегающий здесь непосредственно под четвертичными отложениями. Водовмещающие трещиноватые доломиты этого горизонта в ряде мест залегают неглубоко (в долине р. Берзе), что обуславливает допустимость максимального понижения только до кровли (18 м) из-за угрозы загрязнения с поверхности. В приморской полосе в районе вокруг г. Лиепая S_{\max} (10—20 м) ограничено ввиду возможного подсоса соленых морских вод. В остальных районах распространения каменоугольно-фаменского водоносного комплекса, приуроченного к песчаникам и доломитам, максимальное понижение определено с учетом сработки напора до кровли и последующего осушения комплекса и достигает 85 м.

Швентойско-таргуский водоносный комплекс, представленный в основном песчаниками, содержит пресные воды главным образом в северной части бассейна. Наибольшую площадь занимают районы с водопроводимостью комплекса от 370 до $480 \text{ м}^2/\text{сутки}$, находящиеся в центральной части Курземского полуострова. Водопроводимость комплекса увеличивается по направлению к Рижскому заливу. Таким образом, прибрежная полоса и Земгальская равнина характеризуются водопроводимостью в пределах $600 \text{ м}^2/\text{сутки}$. Самая водообильная часть выделяется в восточной части Польско-Литовского артезианского бассейна (km 750 $\text{м}^2/\text{сутки}$).

Максимальные понижения комплекса по отдельным районам характеризуются значениями в пределах 10—90 м. Наименьшее понижение (10—20 м) принято в приморской полосе шириной не менее 10 км, что обусловлено угрозой подсоса соленой морской воды. Допустимое понижение принято с расчетом понижения динамического уровня до отметки 10 м ниже уровня моря.

Кроме того, при определении максимального понижения уровня в районах погружения швентойско-таргусской толщи учитывалось наличие вод повышенной минерализации вышележащих карбонатных отложений бургско-саргаевского комплекса. Понижение уровня здесь принято не более 20 м, за исключением тех участков, где напор вод комплекса на 3—10 м выше напора вод повышенной минерализации. Так, в пределах Земгальской равнины понижения приняты соответственно 20—30 м.

Остальная территория распространения швентойско-таргусского водоносного комплекса характеризуется величинами S_{\max} , изменяющимися в пределах 30—50 и 50—100 м в зависимости от величины напора и мощности водовмещающих пород.

Водоносный горизонт четвертичных отложений, представленный в основном эоловыми песками, занимает узкую полосу вдоль берега Балтийского моря севернее и южнее г. Вентспилса. Этот горизонт мало-водообиль — водопроводимость его не превышает $50 \text{ м}^2/\text{сутки}$. Среди безнапорных вод имеются участки напорных вод, приуроченных к четвертичным отложениям, заполняющим глубокие врезы и погребенные долины. Максимальное понижение колеблется от 10 до 15 м.

Латвийский артезианский бассейн

На территории Латвийского артезианского бассейна выделяются два равноценных в отношении использования для водоснабжения водоносных комплекса: бурегско-саргаевский и швентойско-таргуский.

Бурегско-саргаевский водоносный комплекс, содержащий пресные воды, распространен в центральной и восточной частях бассейна и приурочен в основном к доломитам. По величине водопроводимости выделяются районы со значениями km от 70 до $1600 \text{ м}^2/\text{сутки}$. Районы в западной и центральной частях распространения комплекса характеризуются пониженными значениями водопроводимости (100 — $450 \text{ м}^2/\text{сутки}$). Последнее объясняется меньшей общей мощностью водоносного комплекса в краевых частях его развития или же меньшей продуктивной мощностью из-за наличия глинисто-мергелистых, иногда загипсованных слоев (саласпилские) в его средней части, составляющей местами даже третью часть комплекса. Эти слои являются водоупором либо содержат воды спорадического распространения или минерализованные воды.

В районах восточной части бурегско-саргаевский водоносный комплекс содержит интенсивно закарстованные карбонатные водовмещающие породы. Трещиноватость и закарстованность пород, а также прирост продуктивной мощности комплекса за счет уменьшения глинистости саласпилских слоев обусловливает наиболее высокую водообильность этих районов с водопроводимостью 600 — $1600 \text{ м}^2/\text{сутки}$.

Максимальное понижение вод бурегско-саргаевского водоносного комплекса принято в основном только до кровли (10—65 м), поскольку комплекс сложен карбонатными, часто трещиноватыми и закарстованными отложениями, перекрытыми во многих районах маломощной толщей песчаных и гравелистых четвертичных отложений, что представляет угрозу загрязнения. Кроме того, в северо-западной части площади распространения комплекса имеются локальные участки с повышенной минерализацией вод (средняя часть комплекса), во избежание подсоса которых соответственно уменьшена величина S_{\max} .

Следует отметить, что величина максимального понижения бурегско-саргаевского комплекса на отдельных участках определена весьма осторожно, особенно там, где комплекс перекрыт достаточно мощной толщей четвертичных, а также памушских отложений. Вероятно, рассчитанные здесь запасы несколько занижены.

Швентойско-таргуский водоносный комплекс, приуроченный в основном к песчаникам, содержит в большинстве случаев пресные воды на территории Латвийского артезианского бассейна и только на отдельных участках, особенно в нижней его части, встречаются воды с повышенной минерализацией. В центральной части бассейна он перекрывается бурегско-саргаевским водоносным комплексом.

Районы комплекса характеризуются водопроводимостью от 160 до $1760 \text{ м}^2/\text{сутки}$. Наименьшие величины km (160—450) прослеживаются на территории северных и южных склонов бассейна, где швентойско-

таргуский водоносный комплекс имеет минимальную мощность (10—130 м). По мере погружения водоносного комплекса в направлении к центральной части бассейна и увеличения его мощности до полной величины km возрастают до 600—1700 м²/сутки.

Максимальные понижения на территории распространения комплекса характеризуются значениями в пределах 17—88 м. При определении S_{\max} учитывалась опасность подсоса минерализованных или загрязненных вод сверху и возможность использования комплекса при динамическом уровне воды не ниже 100 м. В отдельных районах понижение уровня оказалось вообще невозможным ($S_{\max}=0$) из-за наличия вод с высокой минерализацией (10-й район) или понижения пьезометрического уровня ниже 100 м от поверхности земли (20-й район).

Опытные гидрогеологические работы проведены с целью проверки рассчитанных коэффициентов водопроводимости, а также предложенного институтом ВСЕГИНГЕО коэффициента пьезопроводности ($5 \cdot 10^4$ м²/сутки).

Для проверки величин водопроводимости, рассчитанных по удельным дебитам скважин, в 11 пунктах республики были проведены опытные работы по эксплуатационным и наблюдательным скважинам; в трех районах km определен как средняя величина по опытным откачкам из одиночных скважин, проведенным съемочными партиями (табл. 3). Проверка дала удовлетворительные результаты, за исключением некоторых пунктов, которые оказались нетипичными для характеризуемого района в целом.

Таблица 3
Результаты опытных работ по определению коэффициентов

Место нахождения скважины	Индекс водоносного горизонта, комплекса	$Q_{\text{оп.}}$, м ³ /сутки	$S_{\text{оп.}}$, м	$S_{\text{н.}}$, м	$r_{\text{н.}}$, м	$km_{\text{ср.}}$, м ² /сутки (по удельному дебиту)	$km_{\text{ср.}}$, м ² /сутки (по опыту)	$a_{\text{ср.}}$, м ² /сутки	Примечание
Пос. Вайнеде	P ₂	449	41,9	8	100	100	1360	$3,66 \cdot 10^5$	
Г. Добеле	C ₁ +D ₃ fm	239	0,75	59	10	925	319	$1,63 \cdot 10^7$	Забраковано
Г. Салдус		157	2,0	11	150	466	370	$9,55 \cdot 10^5$	
Г. Лиепая		220	2,0	41	2670	535	629	$8,73 \cdot 10^6$	
		2592		180	353				
		3715	11,5	285	900				
Г. Резекне	D ₃ br—sr	778	1,0	9 и 16	100	1575	1515	$1,45 \cdot 10^6$	
Г. Гулбене		1037	22,0	8 и 28	40	282	1412	$1,01 \cdot 10^5$	
Пос. Роя	D ₃ tr	778	12,9	44	180	242	389	$9,71 \cdot 10^5$	
Г. Лимбажи	D ₂ tr	518	3,6	17	180	803	589	$1,77 \cdot 10^5$	
Г. Кулдига	D ₃ sv+D ₂ tr	345	10,6	38	150	394	352	$3,02 \cdot 10^6$	
Пос. Олайнене		795	4,2	65	147	652	318	$1,6 \cdot 10^6$	
Район г. Риги		1002	8,6	76 и 39	235	600	341	$3,97 \cdot 10^5$	
Район пос. Эргли	D ₃ br—sr					315	218		
Район г. Екабпилс						447	330		
Район г. Лиепая	C ₁ +D ₃ dn					546	188		

Примечания: оп—данные по опытной скважине;
н—данные по наблюдательной скважине.

Величина коэффициента пьезопроводности была уточнена для основных водоносных горизонтов и комплексов территории республики, она колеблется в пределах от $1,01 \cdot 10^5$ до $8,74 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{сутки}$.

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод производится путем приближения гидравлических и гидродинамических методов расчетов понижений уровня воды в эксплуатационных скважинах. Контрольным методом для проверки расчетов в совокупности служит балансовый метод.

Гидравлические методы расчета эксплуатационных ресурсов подземных вод основываются непосредственно на данных опыта. При этом определяются понижения уровней воды в скважинах и в зоне их влияния при постоянном дебите, которые затем пересчитываются применительно к намеченным эксплуатационным дебитам скважин.

С помощью гидродинамических методов эти понижения, соответствующие длительности опытной откачки, могут быть экстраполированы во времени на весь срок эксплуатации водозабора.

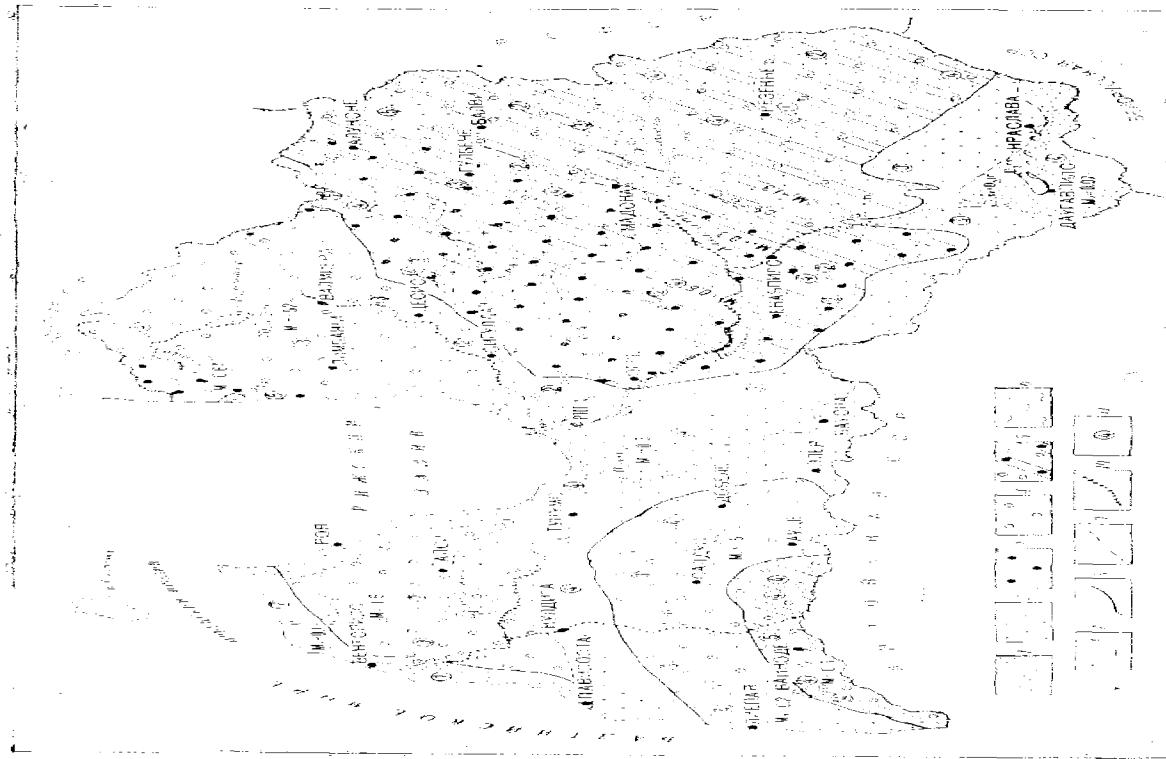
Расчеты эксплуатационных ресурсов требуют проведения контрольной оценки восполнения запасов, т. е. применения балансовых методов. Баланс региона рассматривается в целом по поступлению и расходованию воды на его границах.

Элементами приходной части водного баланса являются естественные ресурсы (динамические запасы) и естественные запасы (статические). Эксплуатационные ресурсы обеспечены на неограниченно долгий срок использования, если они не превышают естественные ресурсы подземных вод. Но последние характеризуют нижний предел эксплуатационных ресурсов, так как одновременно учитываются также естественные запасы, коэффициент использования которых обычно принимают в пределах 0,3—0,5.

В условиях же Латвийской ССР естественные ресурсы превышают эксплуатационные ресурсы подземных вод более чем в два раза. Это объясняется тем, что воды четвертичных и частично дочетвертичных отложений, являющиеся составной частью естественных ресурсов, не включены в эксплуатационные ресурсы из-за опасения их загрязнения и затруднений использования (подробнее см. главу «Охрана подземных вод»).

Эксплуатационные ресурсы подземных вод в региональном плане характеризуются модулем эксплуатационных ресурсов M_3 , т. е. количеством воды в литрах в секунду, которое можно получить с площади 1 км^2 .

Следует отметить, что для оценки перспектив использования подземных вод отдельными водозаборами характеристика эксплуатационных ресурсов только величиной модуля M_3 недостаточна. При одних и тех же значениях модуля эксплуатацию подземных вод можно осуществлять в одних случаях крупными водозаборами, обеспечивающими потребность больших городов, в других только рассредоточенными относительно небольшими водозаборами. Поэтому оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод той или иной территории охарактеризована не только величиной модуля, но и величиной возможного отбора воды отдельными сосредоточенными водозаборами, т. е. подсчитано, к какой группе по производительности сосредоточенных водозаборов относится данный гидрогеологический район, что указано на карте эксплуатационных ресурсов (рис. 4).



THE JOURNAL OF CLIMATE VOL. 16, 2003

Методика региональной оценки эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод подробно изложена в статье Н. Н. Биндемана и Ф. М. Бочевера («Советская геология», 1964, № 1).

Ниже дается характеристика эксплуатационных ресурсов подземных вод по отдельным основным водоносным горизонтам и комплексам в Польско-Литовском и Латвийском артезианском бассейнах.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ И КОМПЛЕКСОВ ПО ВЕЛИЧИНЕ МОДУЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

Польско-Литовский артезианский бассейн

При оценке эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод северной части Польско-Литовского артезианского бассейна, распространенного в пределах западной Латвии, оказалось, что наименее обеспеченным является район распространения водоносного горизонта четвертичных отложений, прилегающий к берегу Балтийского моря (см. рис. 4). В этой зоне водоснабжение осуществляется за счет вод четвертичных отложений, которые залегают над водоупорными наровскими отложениями, так как глубже залегающие водоносные горизонты имеют повышенную минерализацию. Модуль эксплуатационных ресурсов составляет не более $0,1 \text{ л/сек с 1 км}^2$.

При площади распространения четвертичного водоносного горизонта около 1,3 тыс. км^2 эксплуатационные ресурсы его составляют $0,13 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Район распространения пермского водоносного горизонта обеспечен водой посредственно, средняя величина модуля $0,3 \text{ л/сек с 1 км}^2$. Река Вента, перерезающая пермские известняки, имеет непосредственную связь с пермским водоносным горизонтом.

Площадь распространения пермского водоносного горизонта около 1,9 тыс. км^2 , эксплуатационные ресурсы $0,64 \text{ м}^3/\text{сек}$.

В области распространения каменноугольно-фаменского и швентайско-таргуского водоносных комплексов слабая обеспеченность водой характерна для полосы, простирающейся вдоль берега моря (угроза подсоса морской воды) и для районов, где в перекрывающей толще встречаются минерализованные воды, а также угроза подсоса загрязненных поверхностных вод (участки гг. Кулдига, Добеле, Тукумус, Елгава, Бауска). В этих районах величина модуля эксплуатационных ресурсов колеблется в пределах $0,1\text{--}0,5 \text{ л/сек с 1 км}^2$.

Наиболее обеспеченные водой районы с величиной M_a более 1 л/сек с 1 км^2 приурочены к средней части Курземского полуострова и к южной части западной Латвии, где водоносные комплексы предусматривается использовать с полной сработкой напора и осушением пласта.

Область распространения каменноугольно-фаменского водоносного комплекса занимает около 8 тыс. км^2 , эксплуатационные ресурсы $9,7 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Общая площадь распространения швентайско-таргуского водоносного горизонта в Польско-Литовском артезианском бассейне 13,3 тыс. км^2 , эксплуатационные ресурсы $8,4 \text{ м}^3/\text{сек}$.

По всей территории Западной Латвии в пределах Польско-Литовского артезианского бассейна общей площадью около 23 км^2 , эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод составляют $19 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Латвийский артезианский бассейн

По Латвийскому артезианскому бассейну выделены как основные два водоносных комплекса — бурегско-саргаевский и швентайско-таргуский, причем на большей части территории последний перекрывается

первым. Общие эксплуатационные ресурсы пресных вод территории определены суммированием ресурсов отдельных комплексов.

По бургско-саргаевскому водоносному комплексу значения модуля эксплуатационных ресурсов варьируют в пределах от 0,01 до 1,2 л/сек с 1 км². Наибольшие ресурсы в районах на Латгальской возвышенности (гг. Резекне, Варакляны).

Общая площадь распространения комплекса по бассейну составляет 26,6 тыс. км² с первоначально подсчитанными эксплуатационными ресурсами 10,5 м³/сек.

Эти эксплуатационные ресурсы следует считать заниженными, так как не учтена возможность питания комплекса крупными реками, такими как р. Великой с притоками Лудзой, Утрой, Кухвой, Вядой, находящимися за пределами республики (в западной части Псковской области). В результате повторного анализа и уточнений для районов 42, 43 и 48—58 с площадью 12,1 км² модуль эксплуатационных ресурсов определен в 1,3 л/сек с 1 км². Западные и северо-западные районы от 37—41 и 44—47 (14,5 км²) меньше обеспечены водой, и там M_3 в среднем составляет 0,6 л/сек с 1 км². Таким образом, эксплуатационные ресурсы для всего бургско-саргаевского комплекса увеличены до 1,3 л/сек \times 12,1 + 0,6 л/сек = 24,4 м³/сек.

По швентойско-таргускому водоносному комплексу наибольшие эксплуатационные ресурсы (1,5 л/сек с 1 км²) относятся к районам северной части бассейна, в которых водоносный комплекс залегает неглубоко, не перекрывается отложениями, содержащими минерализованные воды и где допустима эксплуатация с частичным осушением комплекса.

Эксплуатационные ресурсы отсутствуют на участках, где минерализация вод часто превышает 1 г/л (между устьями рек Даугавы и Гауи) и зеркало комплекса залегает ниже 100 м от поверхности земли (Средне-Латвийская возвышенность).

Общая площадь распространения швентойско-таргуского комплекса в Латвийском артезианском бассейне около 41,5 тыс. км² с эксплуатационными запасами 25,4 м³/сек.

Суммарные ресурсы обоих водоносных комплексов по Латвийскому артезианскому бассейну составляют 50 м³/сек.

Вышеприведенные расчеты показывают, что наибольшие эксплуатационные ресурсы содержит швентойско-таргуский водоносный комплекс, который имеет наибольшее распространение и мощность в пределах республики. Средний модуль его 0,6 л/сек с 1 км².

На большей части территории этот комплекс залегает глубоко и подпитывание его за счет речных или инфильтрационных вод затруднено, интенсивная эксплуатация его может вызвать подсос высокоминерализованных вод, что обусловливает недопустимость не только осушения пласта, но даже ограничивает максимальное понижение уровня на величину напора. В результате таких гидрогеологических условий во многих районах величина модуля незначительна ($M_3=0,3$ л/сек с 1 км²). Общие эксплуатационные ресурсы комплекса по всей территории составляют 33,8 м³/сек, в том числе восполняемые запасы 20,6 м³/сек.

Средний модуль бургско-саргаевского комплекса составляет 0,9 л/сек с 1 км². Этот комплекс, содержащий пресные воды в Восточной Латвии, обеспечен постоянным питанием с одной стороны из рек бассейна Даугавы, с другой — из рек бассейна Великой и частично из рек бассейна Гауи. Кроме того, учитывая в ряде районов неглубокое залегание водоносных пород комплекса, приуроченных к трещиноватым и закарстованным доломитам, последние питаются непосредственно атмосферными осадками. Общие эксплуатационные ресурсы бургско-

саргаевского комплекса составляют $24,4 \text{ м}^3/\text{сек}$, в том числе восполняемые $24,2 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Каменноугольно-фаменский водоносный комплекс, распространенный только в Западной Латвии, характеризуется средним модулем эксплуатационных запасов величиной в $1,2 \text{ л/сек}$ с 1 км^2 . Водоносные породы этого комплекса имеют выходы на дневную поверхность и часто неглубокое залегание непосредственно под четвертичными отложениями; продуктивная мощность комплекса достигает 70 — 90 м , при этом предусмотрено использовать воду с полной сработкой напора и последующим частичным осушением комплекса. Эксплуатационные ресурсы каменноугольно-фаменского водоносного комплекса составляют $9,7 \text{ м}^3/\text{сек}$, в том числе восполняемые $3 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Суммарные эксплуатационные ресурсы всех основных водоносных комплексов республики, включая пермский и четвертичный водоносные горизонты на 50 лет эксплуатации, составляют $\sim 69 \text{ м}^3/\text{сек}$ или $\sim 6000 \text{ тыс. м}^3/\text{сутки}$, в том числе периодически восполняемые ресурсы составляют $\sim 48 \text{ м}^3/\text{сек}$.

При величине площади республики в $64,5 \text{ тыс. км}^2$, модуль эксплуатационных ресурсов M_3 составляет в среднем $1,1 \text{ л/сек}$ с 1 км^2 .

Следует отметить, что фактические эксплуатационные ресурсы подземных вод должны быть несколько выше приведенных, так как расчеты произведены только для основных водоносных комплексов и горизонтов.

В качестве резерва оставлены: по Польско-Литовскому бассейну воды юрских отложений, спорадические воды амурско-саргаевского комплекса и воды швентойско-таргусского комплекса под отложениями каменноугольно-фаменского комплекса; в Латвийском артезианском бассейне — спорадические воды памушского горизонта.

По данным 1961—1962 гг. потребление артезианских вод по территории республики составляет около $250 \text{ тыс. м}^3/\text{сутки}$ или $\sim 3 \text{ м}^3/\text{сек}$, т. е. 4% от эксплуатационных ресурсов.

Наибольшие значения водопотребления относятся к Рижскому ($\sim 86 \text{ тыс. м}^3/\text{сутки}$ или $1 \text{ м}^3/\text{сек}$), Лиепайскому ($\sim 30 \text{ тыс. м}^3/\text{сутки}$) и Елгавскому ($\sim 15 \text{ тыс. м}^3/\text{сутки}$) административным районам.

Эти три района, взятые вместе, расходуют примерно 52% от потребляемых артезианских вод. Особенно интенсивно артезианские воды эксплуатируются в г. Риге. Здесь с площади 260 км^2 водоотбор артезианских вод составляет $75 \text{ тыс. м}^3/\text{сутки}$ или около $290 \text{ м}^3/\text{сек}$ с 1 км^2 т. е. $3,4 \text{ л/сек}$ с 1 км^2 (по состоянию на 1/1 1962 г.). Модуль эксплуатационных ресурсов для г. Риги равен $0,47 \text{ л/сек}$ с 1 км^2 . Следовательно, потребление в г. Риге больше подсчитанных запасов примерно в 7 раз. В действительности перерасход ресурсов, как показывает опыт эксплуатации скважин, гораздо меньше.

Такое расхождение расчетов с действительностью объясняется тем, что значения модуля эксплуатационных ресурсов, подсчитанные по примененной нами методике, характеризуют только среднюю обеспеченность водой обширной территории (региона). Подсчеты ресурсов вод для отдельных крупных центров водопотребления должны быть произведены по другой методике.

Если не считать упомянутые три административных района с относительно большим водоотбором, то остальные 24 района* потребляют 250 — 130 — $120 \text{ тыс. м}^3/\text{сутки}$, т. е. в среднем $5 \text{ тыс. м}^3/\text{сутки}$ на район. Эксплуатационные же ресурсы составляют 6000 — 130 — $5870 \text{ тыс. м}^3/\text{сутки}$, т. е. $245 \text{ тыс. м}^3/\text{сутки}$ на район, что примерно в 50 раз превышает сов-

* Районы прежнего административного деления.

ременное потребление и составляет 2% от эксплуатационных ресурсов. Отсюда следует, что возможности увеличения потребления по территории в целом огромны и что водоотбор в ближайшее десятилетие не может вызвать существенного снижения уровней. Что же касается крупных центров водопотребления, то и здесь вопрос снабжения подземной водой питьевой кондиции может быть разрешен, если вынести водозаборы достаточно далеко за пределы центров (подробнее см. главу «Существующее и возможное использование подземных вод в народном хозяйстве»).

Большим резервом не только для технического, но и питьевого водоснабжения являются грунтовые воды, потребление которых на территории республики составляет около 300 тыс. $m^3/сутки$. Наиболее интенсивно грунтовые воды используются в г. Риге, на базе которых организовано централизованное питьевое водоснабжение. Суммарный водоотбор грунтовых вод г. Риги составляет 144 тыс. $m^3/сутки$ (по состоянию на 1962 г.).

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

СУЩЕСТВУЮЩЕЕ И ВОЗМОЖНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Основным источником водоснабжения населенных пунктов и промышленных объектов республики являются подземные воды. В сравнительно небольших количествах используются воды открытых водоемов — рек и озер. В более значительных объемах поверхностные воды используются в северо-восточной части Латвии, особенно в сельских местностях.

В подавляющем большинстве случаев подземные воды отбирают посредством буровых скважин. Всего на территории Латвийской ССР находится около 500 скважин и свыше 15 000 шахтных колодцев. По данным Управления геологии и охраны недр при Совете Министров Латвийской ССР, в Латвии расходуется примерно 250 тыс. $\text{м}^3/\text{сутки}$ артезианских вод. Использование подземных вод резко увеличилось за послевоенные годы.

Из-за бесконтрольного использования их в ряде мест на территории республики произошло ухудшение качественного состава вод эксплуатируемых горизонтов. В отдельных случаях причиной ухудшения является нарушение требований санитарной охраны владельцами водозаборов или отсутствие внимания к ликвидации вышедших из строя скважин, а в отдельных случаях — нарушение режима эксплуатации.

Вследствие того, что своевременно не были приняты меры по обеспечению городов Латвийской ССР разведенными запасами подземных вод, ряд городов Латвии в настоящее время ощущает недостаток в питьевой воде. В особо тяжелом положении находятся Рига, Лиепая и Елгава, где из-за недостаточного напора в сети вода на верхние этажи не поступает. Очевидно, скоро в таком же положении окажутся и некоторые другие города Латвийской ССР. В очень тяжелом положении находится город-курорт Юрмала, не имеющий до настоящего времени централизованного водоснабжения.

Сведения об использовании пресных подземных вод (артезианских и грунтовых) наиболее крупными городами Латвии и перспективные их потребности в воде на 1970 г. приводятся в табл. 4.

От потребного количества воды на 1970 г. Государственной комиссией по утверждению запасов полезных ископаемых Совета Министров СССР (ГКЗ) утверждено только 70%. Это эксплуатационные запасы пресных подземных вод для городов Риги и Даугавпилса.

Из табл. 4 видно, что наиболее крупным потребителем подземных вод является г. Рига. Находится он в северной части Средне-Латвийской низменности в устье р. Даугавы (Западной Двины). Количество жителей Риги на 1 января 1963 г. составляло 632 тыс.

Централизованное водоснабжение города осуществляется за счет эксплуатации грунтовых вод с участков, расположенных в 15—25 км восточнее г. Риги. Этими водами снабжается население города и ча-

Таблица 4

Наименование города	Фактическое потребление в 1963 г., (тыс. m^3 /сутки)	Потребность на 1970 г., тыс. m^3 /сутки
Рига	238	300
Лиепая	28	30
Даугавпилс	2,5	30
Елгава	11	13
Вентспилс	4,1	20
Цесис	3,8	6
Резекне	5,5	25
Юрмала	9,0	15

стично промышленные предприятия. Большая часть промышленности использует артезианские воды путем сооружения скважин непосредственно на территории предприятий.

Грунтовые воды, используемые городом, приурочены к различным генетическим типам четвертичных отложений, представленных песками различного гранулометрического состава. На отдельных участках пески содержат прослои с примесью гальки.

Для эксплуатации грунтовых вод построены три сифонных водозабора суммарной производительностью 144 тыс. m^3 /сутки.

В том числе:

- Балтэзерский — на 76 тыс. m^3 /сутки;
- Гаркалнский (Закю Муйжа) — на 46 тыс. m^3 /сутки;
- Рембергский — на 22 тыс. m^3 /сутки.

Балтэзерский водозабор построен в 1905 г. В настоящее время водозаборное сооружение представлено сифонным водоводом общей длиной 9 км, 240 фильтровыми скважинами глубиной около 40 м, воздухоотделительной станцией и напорным трубопроводом диаметром 800 мм и длиной 16,5 км.

Гаркалнский (Закюмуйжский) водозабор построен и пущен в работу 3 октября 1935 г. Этой станцией в 1936 г. подавалось в сеть от 18 000 до 28 000 m^3 /сутки при годовой подаче 2 745 490 m^3 /год. Водозабор состоит из сифонного водовода длиной 4 км с диаметром труб 250—550 мм, 33 скважин, насосной станции и напорного водовода диаметром 800 мм и длиной 7,2 м.

Рембергский водозабор введен в строй в 1962 г., вода забирается при помощи сифонного водовода диаметром в среднем 350 мм, общей длиной 4,5 км, 28 скважинами глубиной от 8 до 33 м.

Эксплуатационные ресурсы грунтовых вод на участках существующих водозаборов ограничены. Водозаборные сооружения работают с большим перенапряжением.

Для повышения уровня грунтовых вод и создания таким путем возможности отбора больших масс воды на Балтэзерском участке водозабора были построены бассейны искусственной инфильтрации. Подача воды в эти бассейны производится из оз. Балтэзерс. После сооружения инфильтрационных бассейнов отбор воды на водозаборном участке увеличился на 40—45 %. При сооружении новых бассейнов инфильтрации для пополнения запасов грунтовых вод вдоль трасс существующих водозаборов можно рассчитывать на получение дополнительно значительных количеств воды. Эти количества ни в коей мере не удовлетворяют все возрастающие потребности населения и пищевой промышленности города. Увеличение подачи воды может быть осуществлено только за

счет вовлечения в эксплуатацию новых участков и сооружения на них новых водозаборов. С этой целью в настоящее время построен новый водозабор в юго-западной части г. Риги «Катлакалнс». Пуск Катлакалнского водозабора состоялся в середине декабря 1963 г. На участке этого водозабора использованы артезианские воды швентойского горизонта. Мощность водозабора 10 тыс. $m^3/сутки$. Восточнее г. Риги вблизи уже существующих водозаборов намечено строительство водозабора на междуречье Тумшупе и Маза Югла, где разведанные запасы грунтовых вод составляют 16 тыс. $m^3/сутки$. Запасы артезианских вод этого участка оцениваются примерно в 15—20 тыс. $m^3/сутки$.

В долине р. Гауи, вблизи первой водонасосной станции (Балтэзерс), построен экспериментальный водозабор инфильтрационного типа мощностью 20 тыс. $m^3/сутки$. В аллювиальных отложениях этой долины разведаны и утверждены в ТКЗ запасы грунтовых вод питьевого качества в количестве 270 тыс. $m^3/сутки$.

Для водоснабжения подавляющего большинства промышленных предприятий и ряда организаций г. Риги используются артезианские воды швентойско-таргусского комплекса. Водозабор этих вод осуществляется непосредственно на территории предприятий путем устройства скважин глубиной 100—200 м и сооружения локальных водозаборов. Суммарный отбор артезианских вод в пределах г. Риги на начало 1963 г. составил около 84 тыс. $m^3/сутки$.

Основное количество скважин здесь было пробурено после окончания Великой Отечественной войны. Причиной бурения их явилась невозможность обеспечить нормальную работу предприятий от городской водопроводной сети. Всего в настоящее время в г. Риге насчитывается 243 артезианских скважин, используемых для водоснабжения промышленных предприятий.

В результате усиленного отбора подземных вод в пьезометрической поверхности эксплуатируемого горизонта образовалась депрессионная воронка глубиной до 17 м в наиболее глубокой ее части.

Формирование воронки произошло преимущественно за последние 10—15 лет. В северном направлении она ушла в пределы Рижского залива. В связи с этим появилась реальная угроза проникновения морских вод в швентойско-таргусский водоносный комплекс и продвижения фронта соленых вод в пределы северной части г. Риги — Милгравис, Мангали, Болдераю. Опасность инфильтрации морских вод в швентойско-таргусские отложения тем более вероятна, что водоупорным слоем, отделяющим их от четвертичных песков, слагающих прибрежную часть и, по-видимому, дно залива, по крайней мере на ближайших к побережью участках, являются моренные суглинки мощностью 2—4 м. В отдельных местах в покрове суглинков наблюдаются «окна», через которые возможно проникновение морских вод в швентойские песчаники.

Для замедления дальнейшего развития воронки на территории г. Риги и сохранения нормальной работы существующих артезианских скважин в 1962 г. было издано республиканское постановление, запрещающее бурение новых скважин на воды швентойско-таргусского горизонта в г. Риге. Однако, несмотря на то, что в 1962 и 1963 гг. новые артезианские скважины на этот горизонт не бурились, развитие депрессионной воронки продолжается. Режимные наблюдения за эти годы показывают, что снижение уровня в различных частях воронки еще продолжается со скоростью от 0,5 до 2 м в год.

В связи с этим большое количество артезианских скважин на предприятиях города из-за невозможности их переоборудования вышли из строя.

Для обеспечения нормальной работы промышленных предприятий и разгрузки городской водопроводной сети принято решение о сооружении локальных водозаборов с использованием вод поверхностных водоемов. Строительство одного из подобных водозаборов мощностью 100 тыс. $m^3/сутки$ начато на берегу оз. Юглы, со сроками ввода в строй в 1965 г.

Из-за интенсивного и бесконтрольного использования подземных вод в г. Лиепая произошло ухудшение качественного состава вод, приуроченных к доломитам данковского горизонта фаменского водоносного комплекса, до настоящего времени обеспечивающего население и промышленность города водой.

Ухудшение химического состава пресных вод произошло в связи с подсосом вод в этот комплекс. По анализам 1962 г. минерализация вод фаменского комплекса в части, приуроченной к верхам данковского горизонта (капседские слои), составила около 4—4,5 г/л при отметках пьезометрической поверхности в самой глубокой части депрессионной воронки — 8 м.

С 1951 по 1961 г. уровень в центре депрессионной воронки понизился на 3,5—4 м.

Эксплуатация этого комплекса производится буровыми скважинами, расположенными непосредственно на территории предприятий и организаций, использующих эти воды. Всего на территории Лиепаи насчитывается около 1100 буровых артезианских скважин. Из них в эксплуатации в настоящее время находится примерно 700 скважин.

По имеющимся данным количество используемых городом подземных вод на начало 1962 г. достигало 28 тыс. $m^3/сутки$.

В 1963 г. в Лиепае было закончено строительство первой очереди водозабора для централизованного водоснабжения населения города водой. Место для сооружения было выбрано на восточном берегу оз. Лиепая в 4—4,5 км от берега моря. Горизонтом, питающим водозабор, является уже упомянутая часть фаменского водоносного комплекса, приуроченная к доломитам данковского горизонта. Гидрогеологическими исследованиями, проводившимися во время строительства водозаборных сооружений установлено, что построенный водозабор находится в пределах депрессионной воронки города. Мощность построенного водозабора по проекту — 20 тыс. $m^3/сутки$.

Подсчеты, сделанные на основании изысканий, показали, что отбор подземных артезианских вод из капседско-жагарских слоев фаменского водоносного комплекса в количествах, предусмотренных проектом, не может быть разрешен, так как эксплуатационные запасы этих вод в районе водозабора составляют лишь 8,5 тыс. $m^3/сутки$, т. е. 42,5% от потребного количества.

Капседско-жагарские слои на территории Лиепаи залегают на глубине 15—20 м в северной части и на 80—90 м — в южной. В западном и северо-западном направлениях от города эти слои выклиниваются на дне моря.

Во время изысканий в 1961 г. на территории города выявлен новый горизонт пресных вод, приуроченный к швентойским и тартуским песчаникам верхнего и среднего девона. В работах, выполненных до Великой Отечественной войны под руководством К. Я. Цукерманиса, указывалось, что швентойские песчаники содержат минеральную воду.

По данным работ Управления геологии и охраны недр при Совете Министров Латвийской ССР, этот горизонт содержит сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевые воды с минерализацией 0,7—0,9 г/л. В настоящее время швентойско-тартуские воды используются для водоснабжения ряда предприятий города.

Для загрузки уже построенного городского водопровода и улучшения водоснабжения населения города питьевой водой производится бурение разведочно-эксплуатационных скважин для использования вод этого комплекса.

Статический уровень швентойско-таргуского водоносного комплекса находится на 6—9 м выше поверхности земли. Удельный дебит по скважинам колеблется от 0,9 до 1,7 л/сек.

Для обеспечения потребностей населения города и промышленности необходимым количеством хозяйствственно-питьевых вод следует провести разведочные работы восточнее города на воды швентойско-таргуского водоносного комплекса и юго-восточнее города на воды, приуроченные к пермским и четвертичным отложениям, где при проведении комплексной геолого-гидрогеологической съемки были выявлены большие запасы воды в пермских известняках и межморенных песчано-гравийных породах. Ожидается, что эксплуатационные запасы подземных вод, имеющиеся в указанных районах, смогут обеспечить потребность города на перспективу до 1980—1990 гг.

Водоснабжение населения одного из крупнейших городов Латвии — Даугавпилса осуществляется за счет вод р. Даугавы (Западной Двины). Находится этот город в юго-восточной части Латвии, на северо-западном склоне Белорусско-Литовского выступа фундамента, где наблюдается постепенное погружение четвертичных пород в сторону Латвийской седловины. В геологическом строении района г. Даугавпилса принимают участие четвертичные и среднедевонские отложения. Четвертичные отложения представлены чередованием прослоев флювиогляциальных песков, гравия и моренных суглинков, общая мощность которых в этом районе колеблется от 58 до 209 м. Наибольшая мощность их отмечается в пределах древней погребенной долины, пересекающей город.

Промышленность г. Даугавпилса использует подземные воды, приуроченные к межморенным пескам, залегающим на глубинах до 75—100 м. Эксплуатация их ведется артезианскими скважинами, пробуренными на территории промышленных предприятий. В северо-восточной части города предприятия используют воды тартуских песчаников. Общее количество используемых подземных вод по г. Даугавпилсу составляет 2,5 тыс. м³/сутки.

В 1960—1962 гг. Управлением геологии и охраны недр при Совете Министров Латвийской ССР северо-западнее г. Даугавпилса разведаны грунтовые воды, запасы которых по промышленным категориям А+В составляют 15 тыс. м³/сутки и по категории С₁ 15 тыс. м³/сутки. На разведанном месторождении строится водозабор для централизованного водоснабжения. Первая очередь введена в строй осенью 1963 г. По химическому составу воды пресные, гидрокарбонатные.

На основании имеющихся геологических и гидрогеологических материалов по району г. Даугавпилса можно предполагать, что значительные запасы подземных вод могут быть найдены восточнее и юго-восточнее города, где в песчаниках швентойского горизонта отдельными скважинами встречены значительные количества воды, пригодной для водоснабжения населения.

Следующим наиболее крупным городом Латвийской ССР является Елгава. Находится он в 40 км западнее г. Риги, на берегах судоходной р. Лиелупе и на железной и шоссейной дорогах Рига—Лиепая. Располагается город в пределах Земгальской равнины, поверхность которой в районе города около 4 м выше уровня моря.

Четвертичные отложения здесь представлены гляциенными, флювиогляциальными и лимногляциальными отложениями. Подстилаются

они доломитами и мергелями чимаевского и амулского горизонтов верхнего девона. Еще глубже следуют глины, доломиты, мергели и пески ловатского, памушского, бурегского, семилукского и саргаевского горизонтов. Общая мощность этих отложений 120 м. В породах амулского и памушского горизонтов содержатся воды с различной минерализацией, с сухим остатком до 1 г/л, иногда более. Однако в связи с тем, что водообильность этих горизонтов очень низка их используют для водоснабжения объектов сельского хозяйства и промышленных предприятий, потребляющих небольшие количества воды. Вода, содержащаяся в остальных горизонтах, для питья непригодна из-за большого содержания сульфатов.

Основным источником водоснабжения для г. Елгавы является швентайско-таргуский водоносный комплекс, кровля которого расположена на глубине 135—140 м. Суммарная мощность порядка 180 м. Статический уровень находится на 7—9 м выше поверхности земли. Первые две артезианские скважины глубиной 180 и 204 м были пробурены в 1907 г. Эти же скважины в последующем были использованы для централизованного водоснабжения г. Елгавы.

С целью увеличения подачи воды в г. Елгаву в 1934—1936 гг. построен и введен в строй водозабор в районе «Руллюкалнс», эксплуатирующий грунтовые воды. Находится этот водозабор в 8 км юго-западнее города. Вода в напорный трубопровод поступает из трех скважин. В 1960 г. для увеличения мощности водозабора в районе Руллюкалнс пробурена также одна артезианская скважина глубиной 27,5 м. Кроме того, в 1956—1957 гг. на территории города пробурено семь артезианских скважин для водоснабжения промышленных предприятий.

Общее количество подземных вод, потребляемых городом, около 11 тыс. м³/сутки. В том числе 3,5 тыс. м³/сутки грунтовых и 7,5 тыс. м³/сутки — артезианских вод. По данным института «Латгипропром», потребность г. Елгавы в питьевой воде к 1970 г. возрастет до 13 тыс. м³/сутки.

Грунтовые воды в районе Руллюкалнс пресные, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые с минерализацией, не превышающей 0,4—0,5 г/л. Воды швентайско-таргусского водоносного комплекса относятся к сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевому типу. Минерализация их колеблется в пределах 0,65—0,82 г/л; жесткость 9—11 мг-экв.

Эксплуатационные запасы грунтовых вод в районе г. Елгавы ограничены. Этими запасами обеспечивается работа упомянутого водозабора Руллюкалнс. Удовлетворение все возрастающих потребностей населения и промышленных предприятий в пресной питьевой воде может быть осуществлено только за счет напорных вод швентайско-таргусского комплекса. Эксплуатационные запасы этих вод по предварительной оценке В. Я. Стапренса превышают 37 тыс. м³/сутки.

Следующим, наиболее крупным в Латвийской ССР, является г. Вентспилс, расположенный в северо-западной части Латвии в устье р. Венты.

Водозабор для централизованного водоснабжения города впервые построен и введен в строй в 1958 г. Находится он в 13—17 км к востоку от него.

Район водозабора сложен четвертичными отложениями и среднедевонскими породами таргусского горизонта. Четвертичные отложения представлены песком, гравием, галькой и моренным суглинком суммарной мощностью от 0,6 до 73 м. Наибольшая мощность этих отложений встречена на участке предполагаемой древней долины. На территории города породы таргусского горизонта выпаханы ледником, в связи с чем мощность четвертичной толщи здесь увеличивается до 140—160 м и

более. Представлены четвертичные отложения чередованием супесей, суглинков с включением редких линз гравия и перекрывающих их лимногляциальных глин. Еще выше следуют дельтовые отложения р. Венты. Вдоль берега с поверхности распространены эоловые и гравелистые пески берегового вала.

Породы тартуского горизонта представлены двумя пачками различно сцементированных песчаников, разделенных слоями глин и алевролитов. Суммарная мощность их в районе водозабора 58 м. В южном направлении мощность песчаников возрастает.

По химическому составу воды тартуского горизонта относятся к гидрокарбонатно-кальциево-магниевому типу; минерализация их 0,4—0,5 г/л. Общая жесткость не превышает 4—4,8 мг·экв. Примерно такой же состав грунтовых вод и в районе водозабора.

На территории города в четвертичных отложениях встречаются лишь незначительные количества воды.

Водозабор Вентспилского горводопровода забирает воды из тартуских песчаников 9 скважинами суммарной производительностью 8 тыс. м³/сутки. При условии бурения дополнительных скважин на продолжении трассы водозабора в южном направлении и интенсификации эксплуатации существующего участка водозабора мощность его может быть доведена до 15—18 тыс. м³/сутки.

Водой городского водопровода обеспечивается примерно 60% населения города и ряд предприятий местного значения. Часть населения все еще питается водой, не отвечающей санитарным требованиям, из шахтных колодцев или неглубоких скважин.

Г. Цесис находится в 80 км к северо-востоку от г. Риги, на западной окраине Центрально-Видземской возвышенности. На территории г. Цесис наблюдаются резкие колебания поверхности рельефа от +28 в долине р. Гауи до +112 м вне долины.

Четвертичный покров сложен гляциальными и флювиогляциальными образованиями — валунными суглинками, глинами и песком суммарной мощностью 2—8 м. Под четвертичными отложениями залегают доломиты саргаевского горизонта, ниже которых следуют песчаники швентойского и тартуского горизонтов. В северной части города швентойские песчаники залегают под четвертичными породами.

Воды, циркулирующие в саргаевских доломитах, на территории города загрязнены, вследствие чего, несмотря на их небольшую минерализацию, не превышающую 0,5—0,6 г/л, не могут быть использованы для водоснабжения.

Для централизованного водозабора города используются воды, приуроченные к швентойским и тартуским песчаникам. Водозабор находится в северной части города — в долине р. Гауи. Суммарная мощность этого водозабора (три артезианские скважины) около 3,5 тыс. м³/сутки.

Первая скважина пробурена в 1951 г., вторая в 1959 г. и третья в 1962 г. До 1962 г. на водозаборе использовались центробежные насосы, в связи со значительным снижением пьезометрического уровня скважины водозабора были переоборудованы погружными насосами.

Кроме централизованного водозабора, швентойско-тартуские воды в Цесисе используются предприятиями города — Пивоваренным заводом и мясокомбинатом. Так как эти предприятия находятся за пределами долины, то пьезометрический уровень в их скважинах находится на глубинах, превышающих 45—50 м.

Минерализация швентойско-тартуских вод небольшая (около 0,36 г/л). Общая жесткость не превышает 7 мг·экв. Несколько завышенным является содержание железа (1,1 мг/л), что затрудняет эксплуатацию скважин.

Г. Резекне — один из новых развивающихся промышленных центров Латвии. Находится он на пересечении железных дорог Рига—Москва и Ленинград—Вильнюс. Рельеф в районе Резекне холмистый, сильно расчлененный, с абсолютными отметками — +130—+160 м.

Четвертичные отложения здесь представлены преимущественно моренными суглинками с редкими прослойями и линзами песчано-гравийного материала. Мощность их колеблется от 20 до 54 м. Подстилаются моренные суглинки верхнедевонскими доломитами бургского, семилукского и саргаевского горизонтов, общей мощностью около 60 м. Еще ниже следуют песчаники и глины швентойского горизонта.

Централизованного водоснабжения г. Резекне не имеет. Население и промышленность обеспечиваются водой из артезианских скважин с водозабором из бургско-саргаевского водоносного комплекса. Всего в настоящее время город расходует 5,5 тыс. м³/сутки.

Воды, приуроченные к прослойям песка и гравия в толще моренных суглинков, из-за загрязненности в настоящее время не используются. Статический уровень бургско-саргаевских вод в зависимости от рельефа колеблется от 21 м ниже до 4 м выше поверхности земли.

Удельный дебит большей части скважин 8—12 л/сек. В отдельных скважинах он достигает 25—30 л/сек. Всего в г. Резекне более 50 скважин. Из них в эксплуатации находятся 33 скважины, 5 не введены в эксплуатацию. Остальные и подлежат ликвидации.

Воды бургского, семилукского и саргаевского горизонтов — пресные. Минерализация их не превышает 0,3—0,4 г/л. Жесткость 6—7 мг-экв. По химическому составу они относятся к гидрокарбонатно-кальциевому типу.

В тяжелом положении находится город-курорт Юрмала, включающий Рижское взморье, Слоку и курорт Кемери. Гор. Юрмала, насчитывающий 40 тыс. человек, до настоящего времени не имеет централизованного водоснабжения. Питание населения водой осуществляется грунтовыми и артезианскими водами. В летнее время максимальный водоотбор из скважин достигает 9 тыс. м³/сутки. Промышленные предприятия используют также воды р. Лиелупе.

От устья р. Лиелупе до ст. Слока территория г. Юрмалы имеет вид полуострова, омываемого с севера Рижским заливом, а с юга и востока — р. Лиелупе. Длина этого полуострова около 20 км. Восточную часть его занимает Рижское взморье, западную — Слока. Ширина полуострова колеблется от 325 до 3500 м.

Мощность горизонта грунтовых вод в пределах большей части города — Рижского взморья — колеблется от 20 до 40 м. В западной части — в районах Слоки и Кемери она варьирует от 0 до 6—8 м. Грунтовые воды пресные, однако в застроенной части города они загрязнены и могут использоваться только в кипяченом виде.

Артезианские воды приурочены к швентойским и тартуским песчаникам. Водоупором между грунтовыми и артезианскими водами служат моренные суглинки, мощность которых около 5—10 м.

По прогнозной оценке запасы артезианских вод на территории Рижского взморья примерно 6 тыс. м³/сутки, что ни в коей мере не обеспечивает все возрастающих потребностей города. Кроме того, швентойско-тартуские воды в этом районе имеют повышенную минерализацию (до 0,9—1,1 г/л).

Комплексной геолого-гидрогеологической съемкой в масштабе 1:200 000 западнее г. Юрмалы выявлен перспективный участок, пригодный для постановки разведочных работ, эксплуатационные запасы которых по предварительной оценке превышают 30 тыс. м³/сутки и обеспечат покрытие потребностей города в питьевой воде до 1980 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во второй части XXXI тома монографии «Гидрогеология СССР»— «Латвийская ССР» обобщен большой фактический материал гидрогеологических и геологических исследований по состоянию на 1/1 1964 г., посвященный главным образом вопросам эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод, существующему и возможному использованию подземных вод в народном хозяйстве.

Обобщение и анализ указанных материалов позволили по-новому интерпретировать геолого-гидрогеологические условия, литолого-фациальные особенности водоемещающих пород и геоструктурных элементов, на основе которых доказательно выделить два самостоятельных артезианских бассейна первого порядка: на западе — Польско-Литовский (северная его часть) и на востоке — Латвийский (центральная его часть).

Произведена оценка региональных эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод по основным водоносным комплексам и горизонтам раздельно для каждого артезианского бассейна.

В пределах Польско-Литовского артезианского бассейна на территории республики выделены основные водоносные горизонты и комплексы: верхнепермский водоносный горизонт, сложенный известняками и доломитами, каменноугольно-фаменский водоносный комплекс с водоемещающими породами — доломитами и песчаниками и швентойско-таргуский водоносный комплекс с водосодержащими породами — песчаниками. Определены суммарные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод этих горизонтов и комплексов в пределах Польско-Литовского артезианского бассейна в количестве 19 $m^3/\text{сек}$.

В пределах Латвийского артезианского бассейна выделены два основных водоносных комплекса: бургско-саргаевский карбонатный, распространенный в центральной и восточной частях бассейна, и швентойско-таргуский водоносный комплекс, сложенный песчаниками, развитыми в пределах данного бассейна. Эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод этого бассейна в пределах Латвии около 50 $m^3/\text{сек}$.

Таким образом, общие эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод в основных водоносных горизонтах и комплексах по всей республике равны 69 $m^3/\text{сек}$, или 6000 тыс. $m^3/\text{сутки}$.

Составлены карты-схемы специального гидрогеологического районирования: 1) для пермского водоносного горизонта и бургско-саргаевского водоносного комплекса и 2) для каменноугольно-фаменского и швентойско-таргусского водоносных комплексов. Эти карты-схемы показывают водообильность горизонтов или комплексов.

Составлена карта-схема модулей прогнозных эксплуатационных запасов подземных вод республики по отдельным участкам.

Выяснено, что в условиях Латвии естественные ресурсы пресных подземных вод превышают эксплуатационные ресурсы более чем в два раза. Это объясняется тем, что при подсчете эксплуатационных ресурсов не учитывались воды четвертичных отложений. Последние на территории Латвии имеют большие резервы грунтовых вод хорошего питьевого качества. Частично они используются для водоснабжения городов Риги, Даугавпилса, Елгавы, Юрмалы, Вентспилса и др. В перспективе воды четвертичных отложений могут быть надежными источниками водоснабжения для удовлетворения технических нужд республики.

Для решения этой задачи в первую очередь необходимо проведение съемки в масштабе 1:50 000 в перспективных и промышленных районах с последующей постановкой разведочных гидрогеологических работ по изучению современных и древнеаллювиальных отложений долин и террас наиболее крупных рек Латвии, а также песчано-гравийных отложений трансгрессий различных стадий Балтийского бассейна.

Изучение большого количества материалов по эксплуатации пресных подземных артезианских вод показало, что из-за интенсивного и бесконтрольного использования их в таких крупных городах как Рига и Лиепая образовались глубокие депрессионные воронки эксплуатационных горизонтов. Для г. Риги границы депрессионной воронки подошли настолько близко к Рижскому заливу, что создалась возможность проникновения в швентойско-таргуский водоносный комплекс соленых морских вод. При аналогичных условиях уже в настоящее время в г. Лиепае из-за подсоса морских вод в эксплуатационном фаменском водоносном комплексе ухудшился химический состав вод.

Для нормализации создавшегося положения органам охраны подземных вод республики надо строго соблюдать режим работы эксплуатационных горизонтов и следить за соблюдением зон санитарной охраны водозаборов, ликвидацией и ремонтом вышедших из строя артезианских скважин.

Вопросы обеспечения пресной водой питьевого и технического качества решать с постановкой съемочных и поисковых работ среднего и крупного масштаба в районах крупных городов и развивающихся промышленных и сельскохозяйственных районах.

В районах с ограниченными запасами пресных подземных вод питьевого качества практиковать использование для технических нужд предприятий вод поверхностных водоемов или после проведения соответствующих гидрогеологических изысканий выносить водозаборы за пределы городов в радиусе 25—30 км, а иногда и 50 км.

Выявленные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод и имеющиеся их неучтенные резервы показывают, что в недрах республики больше чем достаточно качественных вод для полного обеспечения все возрастающих потребностей населения, промышленности и сельского хозяйства. Для выполнения этой государственно важной задачи необходимо продолжать в широком масштабе гидрогеологические съемочные и разведочные работы по выявлению месторождений подземных вод, а также обобщающие сводные тематические работы, прогнозирующие целеустремленное проведение практических работ в этом направлении.

ЛИТЕРАТУРА

- Адамян К. В. Отчет по гидрогеологическим изысканиям источников водоснабжения г. Риги в бассейне рек Криевупе, Тумшупе и Б. Югла. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1962.
- Адамян К. В., Лавринович И. Г. Гидрогеологические условия Латв. ССР. Фонды ИГ г. Риги, 1961.
- Алексина Ц. А. Отчет о результатах работ, проведенных буровой партией № 353, 1961. Фонды 5-го Геол. упр. Л., 1962.
- Алишаускас К. С., Озола Р. А., Стапренс В. Я. Отчет по оценке эксплуатационных запасов пресных подземных вод Латв. ССР. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1962.
- Алишаускас К. С., Стапренс В. Я. Отчет по оценке возможностей водоподачи промузлов и промрайонов Латв. ССР. Фонды ИГ г. Риги, 1963.
- Артеменко А. Г. Геологический отчет о результатах структурного бурения на Инчукянской площади в 1961—1962 гг. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР, 1963.
- Архангельский Б. Н. Химизм и динамика подземных вод западной части Главного девонского поля в оценке перспектив соленосности и нефтеносности палеозоя. Диссертация, Л., 1947.
- Архангельский Б. Н. Монографическая сводка по гидрогеологии комплекса осадочных пород на территории Ленинградской, Новгородской, Псковской областей РСФСР, Эстонской и Латвийской ССР. Фонды Северо-Западного геол. упр., 1947.
- Архангельский Б. Н. Подземные воды Главного девонского поля в пределах Эстонской и Латвийской ССР. Рукопись. Фонды ВНИГРИ, 1947.
- Архангельский Б. Н., Ильина Е. В., Краврова В. А. Сводный очерк по гидрогеологии Ленинградской области и некоторых районов Прибалтики. Фонды ВНИГРИ, 1946.
- Ауиньш Э. А., Терапата Е. И. Химический состав реки Гауи. Гидрометфонд УГМС Латв. ССР. Рига, 1962.
- Ауиньш Э. А. Химический состав воды р. Вента. Сборник работ УГМС Латв. ССР и Рижской гидрометеорологической обсерватории, вып. 3. Рига, 1963.
- Берзинь Л. Э., Вейнберг И. Г., Майоре Я. Я., Ульст В. Г. Геоморфология, динамика морских берегов Латв. ССР и процессы концентрации тяжелых минералов. Фонды ИГ г. Риги, 1963.
- Биндеман Н. Н. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. Госгеолтехиздат, 1963.
- Биндеман Н. Н., Минкин Е. Л., Семенова С. М. Указания территориальным геологическим управлением для выполнения работ по теме: «Региональная оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод СССР», М., 1962.
- Биндеман Н. П., Семенова С. М. Указания для составления программы работ территориальных геологических управлений по региональной оценке эксплуатационных подземных вод. М., 1961.
- Богдановский В. К. Краткий отчет о рекогносировочном гидрогеологическом обследовании Мелохачской группы сероводородных источников, расположенных в Устюжинском районе Вологодской области. Рукопись. Фонды Центр. ин-та курортологии, М., 1947.
- Бочевер Ф. М., Веригин Н. Н. Методическое пособие по расчетам эксплуатационных запасов подземных вод для водоснабжения. Госстройиздат, 1961.
- Бочевер Ф. М., Орфаниди К. Ф. Отчет определения исходных гидрогеологических параметров для оценки эксплуатационных запасов подземных вод. Тр. Лаб. инж. гидрогеологии, сб. № 4. М., 1962.
- Брейнштейн В. Г., Ляпина К. И., Кривоборский Ю. И., Попова М. В. Отчет партии № 667 5-го Геологического управления о гидрогеологических условиях района, расположенного в пределах Латгальской возвышенности (по территории ЮЗ части листа О-35-г). Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР, 1962.
- Варфоломеева О. М., Спикис А. А. Подземные воды Огрского района (рукопись). Фонды ИГ г. Риги, 1963.
- Варфоломеева О. М., Савваитова Л. С. Карстовые явления в карбонатных породах долины реки Даугавы. Фонды ИГ г. Риги, 1961.

- Варфоломеева О. М. Карбонатный карст Латвийской ССР на примере долины р. Даугавы. Диссертация. Фонды ИГ г. Риги, 1963.
- Венскус А. Э. Заключение по вопросу увеличения мощности водозаборов на грунтовые воды за счет искусственной инфильтрации. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1963.
- Венскус А. Э. Проект работы Латвийской гидрогеологической станции на 1963 г. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1963.
- Венскус А. Е., Евдаева М. Р., Галениекс И. П. Гидрогеологический ежегодник Латвийской гидрогеологической станции за 1961 г. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1962.
- Венскус А. Э., Галениекс И. П., Евдаева М. Р. Гидрогеологический ежегодник Латвийской гидрогеологической станции за 1962 г. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1963.
- Видениек В. Я. Реки Латвийской ССР и их современное и перспективное значение в экономике республики. Часть I и II. Фонды ИГ г. Риги, 1949.
- Вилюнас П. П. Определение некоторых физико-механических свойств доломитов девона Литовской ССР. Автореф. канд. диссерт. Каунас, 1954.
- Гаврилова А. В., Страуме Я. А., Трацевский Г. Д., Фельдман Л. В., Брио Х. С. Отчет о результатах комплексной геолого-гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000 на территории листа О-34-XXXIV (Приморская ГСП). Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1963.
- Гаврилова А. В., Страуме Я. А., Трацевский Г. Д., Фельдман Л. В., Брио Х. С. Отчет о результатах комплексной геолого-гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000 на территории листа О-34-XXXIV (Приморская ГСП). Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1963.
- Гаврилова А. В., Страуме Я. А., Трацевский Г. Д., Фельдман Л. В. Геологическое строение и гидрогеологические условия территории листа О-35-XXV. Отчет Огрской ГСП по работам 1959—1960 гг. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1962 г.
- Гатальский М. А. Подземные воды и газы палеозоя северной половины Русской платформы. Гостоптехиздат, Л., 1954.
- Гатальский М. А. Значение динамики в формировании подземных вод Русской платформы. Тр. Всесоюз. нефт. науч.-исслед. геол.-разв. ин-та, вып. 95, геол. сб. 2, 1956.
- Гатальский М. А. Гидрогеологические условия северо-западной части Русской платформы в связи с поисками нефти. Автореферат, ВНИГРИ, вып. 2, Л., 1950.
- Гатальский М. А. О погребенных и застойных подземных водах Русской платформы в связи с поисками нефти и газа, геологический сб. 2, Л.-М., 1953.
- Грикевич Э. А. Определение гидрогеологических параметров пластов, по данным кратковременных откаек. «Разведка и охрана недр», № 3, 1963.
- Грикевич Э. А., Хаютин Ю. А. Отчет по гидрогеологическим изысканиям в районе г. Лиепая 1960—1962 гг. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1963.
- Данилан И. Я., Саввайтова А. С., Коннин Г. Н., Дзилна В. Я. Стратиграфия плейстоценовых отложений Латвии. Фонды ИГ г. Риги, 1963.
- Дзилна И. Л., Стапренс В. Я. Оценка естественных ресурсов пресных подземных вод на территории Латв. ССР. Фонды ИГ г. Риги, 1964.
- Евдаева М. Р. Гидрогеологический ежегодник Латвийской гидрогеологической станции за 1959 год. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1960.
- Евдаева М. Р., Галениекс И. П., Курме Э. И. Гидрогеологический ежегодник Латвийской гидрогеологической станции за 1960 год. Фонды УГ и ОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1961.
- Зайцев И. К. Методика составления сводных гидрогеологических карт, под ред. проф. Т. П. Синягина и проф. Г. В. Богоцкова. М.-Л., 1945.
- Зуммер М. Х. Пояснительная записка к свободной гидрогеологической карте СССР масштаба 1:500 000 (восточная и западная части). Ленгидропроект, 1946.
- Иванов В. В., Штильмарк В. В., Бунеев А. И., Яшинина М. С. Хилловские минеральные воды. Сб. работ по геологии, гидрогеологии и гидрокимию района курорта «Хилово» Ленинградской области. Фонды Центр. ин-та курортологии. М., 1936.
- Игнатович Н. К. Гидрогеология Русской платформы. Госгеолиздат, 1948.
- Инданис А. П., Ковалевский М. И., Спрингис Е. Н. Палеозойская структура Прибалтики. Фонды ИГ г. Риги, 1963.
- Инданис А. П., Якобсон Г. П., Михайловский П. М. Условия формирования сероводородных вод курорта Кемери. Фонды ИГ г. Риги, 1955.
- Инданис А. П., Михайловский П. М., Якобсон Г. П. и др. Проект округа санитарной охраны курорта «Кемери». Фонды ИГ г. Риги, 1957.
- Карпицкий В. Я. Сводный отчет по обработке материалов структурно-последовательных скважин 3-Ремте, 5-Блидене и 8-Стури, пробуренных в Салдусском районе Латв. ССР. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1963.

Карпицкая Л. П. Отчет по структурной скважине № 7, пробуренной в пос. Инчукалис, Сигулдского района, Латв. ССР. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1962.

Коган С. С. Обобщение результатов гидрохимических исследований по районам Прибалтики (Эстонская, Литовская, Латвийская ССР) и Белорусской ССР. Фонды Западного упр. геологии и охраны недр (Главнефтегеология). М., 1956.

Колоколов Л. Ф., Озолиньш В. Г., Шмельков А. И. Отчет о результатах гидрогеологических изысканий источников водоснабжения гор. Даугавпилса с подсчетом эксплуатационных запасов подземных вод. УГиОН при СМ Латв. ССР, 1962.

Кузик Э. П. Отчет о результатах работ тематической партии № 41/61 и тектоника Прибалтики в свете региональных комплексных геофизических исследований. Фонды Госгеолкома Латв. ССР, Спецгеофизика, 1963.

Лавринович М. Г. О подземных водах на территории Латв. ССР и их использование. Фонды ИГ г. Риги, 1961.

Лавринович М. Г., Стапренс В. И. О подземных водах на территории Латв. ССР и их использование. Фонды ИГ г. Риги, 1961.

Линдиня Э. Р. Отчет о бурении разведочной скважины на территории совхоза «Кроньауцех» Добельского района Латв. ССР. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1959.

Лауенкрапча Э. К. Девонские отложения Латв. ССР как почвообразующие породы. Автореферат диссерт. на соискание уч. степ. канд. с.-х. наук. Латв. сельхоз. акад. Рига, 1960.

Материалы по гидрографии СССР, серия «Озера», бассейн Балтийского моря, т. 1, вып. 4. Фонды УГМС Латв. ССР. Рига, 1958—1961.

Материалы по гидрографии СССР, серия «Реки», бассейн Балтийского моря, вып. 3—4. Фонды УГМС Латв. ССР. Рига, 1948—1949.

Материалы к кустовым совещаниям по оценке эксплуатационных запасов пресных подземных вод. ВСЕГИНГЕО, М., 1962.

Матисоне М. Н. Гидрохимическая характеристика воды крупных рек Латвийской ССР. Фонды ИГ г. Риги, 1963.

Матисоне М. Н. Гидрохимическая характеристика вод курорта Рижское взморье. Диссертация. Фонды ИГ АН Латв. ССР, 1954.

Мейер Г. Я. Анализ гидрогеологических условий северо-западной части Русской платформы в связи с поисками нефти газа (диссертация). Фонды ВНИГРИ, 1949.

Мейер Г. Я., Архангельский Б. Н. Сводный очерк по гидрогеологии и химизму подземных вод Прибалтики (Эстонская, Латвийская и северная часть Литовской и Белорусской ССР). ВНИГРИ, Л., 1947.

Мейер Г. Я. Гидрогеологические условия северо-западной части Русской платформы в связи с поисками нефти и газа. Фонды ВНИГРИ, 1943.

Миронов Г. И., Вацеле В. К., Васильева В. А., Карпицкий В. Я. Геологическое строение и гидрогеологические условия территории листа О-35-XXVI (Отчет Видземской комплексной ГСП по работам 1959—1960 гг.). Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1962.

Миронов Г. И., Лярский В. Н., Фрейманис А. А. и др. Отчет о результатах комплексной геолого-гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000 на территории листа О-35-XXXII (Екабпилсская ГСП). Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1963.

Михайловский П. М. Отчет об изысканиях грунтовых вод в районе гор. Вентспилс. Фонды ИГ г. Риги, 1953.

Морденко А. А., Муляева Н. А. Отчет о детальных гидрогеологических работах, проведенных в районе гор. Пикалево в 1960—1961 гг. (гидрогеологическая карта масштаба 1:50 000 листа О-36-21), с подсчетом эксплуатационных запасов подземных вод на I/III 1961 г.

Отчет об инженерно-геологических работах на деформирующемся участке железнодорожного земляного полотна в районе остановочного пункта Саулкалне на 24 км линии Рига—Кrustпилс. Фонды Упр. геол. и охраны недр. Л., 1958.

Паасикиви Л. Б. и др. Геологическое строение, перспективы нефтегазоносности и направление геологоразведочных работ на нефть и газ в Прибалтике. Фонды Госгеолкома Латв. ССР. ВНИГРИ, 1963.

Пакалнс Р. К. Отчет о детальной разведке участка «Броды» Екабпилского месторождения доломитов в Екабпилском районе. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР, 1962.

Панов-Иванов В. Н., Дуброва Л. Т., Чумакова В. А., Бурская А. И., Пахомова Л. П. Гидрогеологическое строение и гидрогеологические условия бассейнов рек Педедзе и Кухва (отчет партии № 786 в 1961 г., лист О-35-XXVIII). Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР, 1962.

Пастор А. А. Осадки, сток и испарение в Латв. ССР. Фонды Латв. науч.-исслед. ин-та гидротехники и мелиорации. Рига, 1961.

- Пастор А. А. О ресурсах поверхностных вод Латв. ССР. Фонды УГМС Латв. ССР. Рига, 1962.
- Пастор А. А. Осадки, сток и испарение в Латвийской ССР (с приложением Атласа водного баланса Латв. ССР). Фонды УГМС. Рига, 1962.
- Силин-Бекчурин А. И. Роль морских впадин в подземном стоке с краевых частей Русской платформы (на примере Прибалтики и Северного Прикаспия). ДАН СССР, т. XXXI, № 4, 1951.
- Силин-Бекчурин А. И. Гидродинамические и гидрохимические закономерности на территории Прибалтики. Тр. Лабор. гидрогеол. проблем им. акад. Ф. П. Саваренского АН СССР, т. XX, 1959.
- Синягин Г. П. Гидрогеологический очерк Эстонской, Латвийской и Литовской ССР. Гидрогеология СССР, т. XX. Госгеолиздат, 1948.
- Сиполс Т. В. Современное состояние и перспективы водопотребления в Латв. ССР. Фонды ИГ г. Риги, 1963.
- Скрастина А. И. Отчет о детальной разведке известняков Циецерского месторождения глин Броценского комбината Кулдигского уезда Циецерской волости Латв. ССР. Ин-т геол. и полезных ископаемых АН Латв. ССР. Рига, 1948.
- Скрастина А. И. Отчет о детальной разведке месторождения глин «Прогресс». Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР, 1951.
- Скрастина А. И. Отчет о детальной разведке Салдусского месторождения известняка. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР, 1951.
- Скрастиньш К. К. Отчет о детальной разведке Цесисского (Лауцини) месторождения доломитов. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР, 1951.
- Скрастиньш К. К. Отчет о детальной разведке Цесисского (Мурлея) месторождения глин. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР, 1953.
- Спрингис Е. Н., Варфоломеева О. М. Предварительный отчет по инженерно-геологической съемке м-ба 1 : 250 000 в долине р. Даугава, 1955.
- Спрингис Е. Н., Варфоломеева О. М. Инженерно-геологическая характеристика Плявиньской ГЭС. Фонды ин-та геол. и полезных ископаемых АН Латв. ССР, 1959.
- Станкевич М. Ц. Отчет Бауской структурно-поисковой партии. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР, 1955.
- Стапренс В. Я. Предложения по улучшению водоснабжения г. Риги. Фонды ИГ г. Риги, 1962.
- Стапренс В. Я. Материалы по изучению подземных вод Латв. ССР (для ген-схемы). Фонды ИГ г. Риги, 1962.
- Сулимов Г. Д., Строев В. М., Янсон А. К., Юшкевич В. В., Брио Х. С. Отчет о результатах комплексной геолого-гидрогеологической съемки масштаба 1 : 2 000 000 на территории листа О-35-XXVIII (Мадонская ГСП). Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР, 1962.
- Теплинская Т. С. Отчет о структурно-картировочном колонковом бурении на Акинитской площади Латв. ССР, Главнефтегазгеология, Л., 1955.
- Улле Э. К., Эглонс Ю. А. Отчет о детальной разведке месторождения песчано-гравийного материала «Кангари». Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР, 1956.
- Хаютин Ю. А., Грикевич Э. А. Гидрогеологические изыскания в районе гор. Лиепая. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1962.
- Цукерманис К. Я. Исследование лечебных грязей оз. Лиепаяс для нужд Лиепайского курорта. ИГиПИ АН Латв. ССР, 1952.
- Шмелев А. И. Отчет о гидрогеологических изысканиях на артезианские воды для водоснабжения г. Риги в районе Каглакалнс. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1960.
- Шмелев А. И. Отчет о результатах гидрогеологических изысканий источников водоснабжения города Риги в районе Ремберги. Фонды УГиОН при СМ Латв. ССР. Рига, 1960.
- Шульгин В. А. Отчет по предварительной оценке влияния Долесского водохранилища на режим артезианских вод в районе г. Риги и ее окрестностей. Фонды ИГ г. Риги, 1963.
- Шуфератов А. В. Газоносность палеозойских и четвертичных отложений в западной части Ленинградской области и в смежных с ней районах Прибалтики (диссерт.). Л., 1946.
- Якобсон Г. П. Формирование сероводородных вод месторождения Кемери. Диссерт. на соиск. уч. степ. канд. геол.-минералог. наук. АН Латв. ССР. Фонды ИГ г. Риги, 1958.
- Bite V. Rīgas—Pārdaugavas hidrogeologisko apstākļu noskaidrošna sakārā ar centrālā vada rekonstrukciju, 1952.
- Bite V. Iepriekšējā atskaite par Daugavpils apgabalu 1952—1953 (Kolhozu un sovhozu ūdens apgādes pētišana).
- Bite V. Daugavpils pilsētas hidrogeologiskie apstākļi. 1950—1951.
- Bīmanis M. Ūdens apgāde Rīgā, 1943.

- Cukermanis K. Hidrogeologiskie apstākli Liepējas pilsētā. Diplomdarbs, 1946.
- Cukermanis K. Pārskats par hidrogeologiskiem pētījumu darbiem Cēsu pilsētas centrālās ūdens apgādes vajadzībām. Latv. PSR ZA Geologijas un derīgo izrakteņu inst. fondi. Rīgā, 1948.
- Cukermanis K., Jansons H. Pārskats par hidrogeologiskajiem pētījumiem Liepājas pilsētā un apkārtnē sakarā ar pilsētas centrālās ūdensapgades problēmu. Rīgā, 1948.
- Cukermanis K. Valmieras, Līču un Liepājas mineralūdens un dziedniecības dūņas. Geologijas institūta fondi. Rīgā, 1949.
- Dreijers E. un Dreijere M. Ieriku dolomītu atradnes detalizētās izpētes darbu pārskats. Latv. PSR MP Geologijas un zemes dzīļu aizsardzības pārvaldes fondi. Rīgā, 1960.
- Br. Doss. Über einer artesischen Naturbrunnen bei Schlock in Litland. Korrespondenzblatt des Naturforschervereins zu Riga XIVIII, 1905.
- Br. Doss. Die geologischer Aufschlüsse einen grosseren Anzahl artesischen Brunnen bei hrungen in Pernau und Naturforschervereins zu Riga, 1907.
- Ducmanis V. Hidrogeologiskie pētījumi Ķemeru apkārtnē. Latv. PSR ZA Geologijas un derīgo izrakteņu inst. fondi (mašīnrakstā). Rīgā, 1942.
- Ermānis P. Ziņojums par sērūdeņu pētījumiem
1. Ilūkstes aprīņķi, Kurcuma pagastā,
 2. Cēsu aprīņķi. Kārļa pagastā,
 3. Cēsu aprīņķi. Nasnēnu pagastā,
 4. Lielupes vīrsmežniecības Zalberu apgaitā, 1939.
- Ferber I. Zusatze zulemoner Versuch einer Naturgeschichte von Livland hebst einiger Anhukungen zur physischen Erdebeschreibung von Kurland. Riga, 1784.
- Jansons Ā. Hidrogeologiskie un inženiergeologiskie apstākļi Rīgā. Geologijas un zemes dzīļu aizsardzības pārvaldes fondi. Rīgā, 1960.
- Kīne E., Cukermanis K. Atskaite par ūdensapgādes avotu pētījumu darbiem 1953—54. g. Ventspils pilsētas centralizētai ūdensapgādei. Republ. projekt. inst. fondi.
- Kīne E. Kandavas kūrorta minerālūdeņi un dziedniecības dūņas, to aizsargājamā apvidus projekts un to pamatojums. Geologijas institūta fondi. Rīgā, 1949.
- Kīne E. Bārbeles sēravots un tā aizsargājamā apvidus projekta pamatojums. Rīgā, 1949.
- Kīne E. Siguldas «Zušu» un «Staiņu» minerālūdeņi un dziedniecības dūņas, to aizsargājamā apvidus projekts un tā pamatojums. Rīgā, 1949.
- Kīne E. Siguldas kūrorts un tā minerālūdeņi. Rīgā, 1949.
- Krauss E. Das Grundwasser unter Mitau Königsberg, 1937.
- Kupcis I. Valmieras dabiskie dziedināšanas līdzekļi, 1934.
- Kupcis I. Valmieras sālsūdeņi. Ekonomists, 1929, Nr. 15—16.
- Kupcis I. Sērūdeņraža cēlonis Ķemeru sēravota un dažu vēl neizpēitu sēravotu ķīmiskais sastāvs. Latv. formācijas žurnāls. Rīgā, 1926.
- Matisone M. Gaujas baseina pazemes ūdeņi. Rīgā, 1949.
- Matisone M. Salacas rajona vidusdevona ūdeņi. Latv. PSR ZA Geologijas un derīgo izrakteņu institūta fondi. Rīgā, 1948.
- Prof. Nomalis P. Lauksaimniecības ūdeņi. Rīgā.
- Prof. Nomalis P. Pilsētu un miestu ūdeņi. Pēdējā Brīdi, 1927, Nr. 4, 6—7.
- Pāvels R. Par Rīgas pilsētas ūdens apgādi. Rīgā, 1937.
- Rumentis I., Ermānis P. Baldones sēravota un tā apkārtnes ūdeņu ķīmiskais sastāvs. ZBPI raksti, 1940.
- Thiem A. Einer Wohlloblichen Verwaltung der standischen Gas und Wasserweke zu Riga, 1883.
- Videnieks V. Jelgavas pilsētas ūdensapgāde. Rīgā, 1950.
- Vītiņš J. Ķemeru sēravotu aizsargājamais apvidus, 1 daļa. Vispārīgā rakstura pētījumi. ZBPI raksti III, 1941.
- Vītiņš J. Bauskas aprīņķa apakšzemes ūdeņi. ZBPI izdevums, 1949.
- Vītiņš J. Nokrišņu un dzīļāko ezeru ūdeņi Ķemeru sēravotos (mašīnraksts). Rīgā. Geologijas un derīgo izrakteņu institūta fondi, 1945.
- Zāns V. Baldones apkārtnes geologiskā uzbūve. ZBPI raksti, I, 1940.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Введение. А. И. Скрастина	5
<i>Глава первая. История гидрогеологических исследований. М. Г. Лавринович</i>	12
<i>Глава вторая. Эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод. Р. А. Озола</i>	22
Основные гидрогеологические параметры и их определение	23
Характеристика водоносных горизонтов и комплексов по водопроводимости и максимальному понижению	24
Оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод и методы определения	30
Характеристика водоносных горизонтов и комплексов по величине модуля эксплуатационных ресурсов	32
<i>Глава третья. Существующее и возможное использование подземных вод в народном хозяйстве. П. М. Михайловский</i>	36
<i>Заключение. А. И. Скрастина</i>	44
<i>Литература</i>	46
Приложения 4 карты и 2 разреза.	

Редактор издательства *Г. Ф. Неманова*

Технический редактор *В. В. Романова*

Корректор *Т. М. Кушнер*

Подписано к печати 11/X 1967 г.

Формат 70×108¹/₁₆.
Усл. п. л. 4,55+5 кр. карт.
Тираж 100 экз.

Печ. л. 3,25+5 кр. карт
Уч.-изд. л. 4,3+5 л. кр. карт
Заказ № 05621

Издательство «Недра»
Ленинградская картфабрика ВАГТ