О. К. ЛАНГЕ

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ СССР

ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ~ 1959

О. К. ЛАНГЕ

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ СССР

Часть I

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

Под редакцией Д. И. Гордеева

Допущено Министерством высшего образования СССР
в качестве учебного пособия для университетов,
геологоразведочных и горных вузов

Издательство Московского университета
1959

ПРЕДИСЛОВИЕ

В советской гидрогеологической литературе еще нет книги, которую можно было бы предложить студентам высших учебных заведений в качестве единого учебника или учебного пособия для прохождения курса «Подземные воды СССР». Правда, существует ряд сводок, касающихся либо всей территории СССР, либо ее отдельных крупных частей; однако первые из них очень кратки, а вторые, наоборот, пространны и часто представляют собой детальные гидрогеологические описания. Из числа таких книг можно указать на следующие:

1925 г. Региональный очерк по гидрогеологии Европейской части СССР А. Н. Семихатова («Артезианские и глубокие грунтовые воды Европейской части СССР». Приложение к книге Г. Гефера «Подземные воды и источники»).

1930 г. «Гидрогеологический очерк Донецкого бассейна», составленный группой авторов под редакцией В. С. Попова, Н. А. Родыгина и Д. И. Щеголева.

1931—1932 гг. «Подземные воды Азиатской части СССР». В журнале «Советская Азия», № 7—8, серия статей коллектива авторов под редакцией Б. К. Терлецкого. Эта же серия статей была перепечатана в сборнике «Недра Советской Азии» редакцией журнала «Советская Азия» (1932).

1933 г. «Материалы для характеристики ресурсов подземных вод по районам СССР». Работа того же коллектива авторов, несколько сокращенная в части, касающейся Средней Азии, но пополненная рядом статей в отношении Европейской части Союза. Книга вышла под общей редакцией Ф. П. Саваренского, М. М. Васильевского и Д. И. Щеголева. Дополнением к тексту является приложение, состоящее из 28 таблиц, схематически резюмирующих характеристики ресурсов подземных вод СССР по отдельным районам.

1933 г. и далее. «Справочник по водным ресурсам СССР», издания Государственного гидрологического института. Отдельные тома посвящены крупным гидрогеологическим бассейнам страны. В каждом томе, в третьей главе, имеется раздел, то более, то менее обстоятельный, посвященный подземным водам описываемого гидрологического бассейна (издание не закончено).

1933 г. и далее. «Гидрогеология СССР» (Геологоиздат).

1934 г. А. Н. Семихатов. «Подземные воды СССР»; эта книга дает большой фактический материал и очень обстоятельный список литературы.

1935 г. Н. Н. Славянов. «Подземные воды СССР» (приложение к книге К. Кейльгака «Подземные воды», 2 издание).

Кроме этих работ, охватывающих территорию всей страны или крупных ее частей, в последующие годы стали выходить в свет монографические сводки, посвященные отдельным естественноисторическим или административным районам:

1936 г. А. А. Дубянский. «Описание гидрогеологических районов Воронежской области», в трех томах: I — текст; II — описание разрезов; III — профили.

1939 г. А. А. Дубянский. «Геология и подземные воды северной части Воронежской области» (описание которой не было дано в первой работе), в трех томах: I — текст; II —описание разрезов; III — профили.

1939 г. В. А. Жуков, М. П. Толстой и С. В. Троянский. «Артезианские воды каменноугольных отложений Подмосковной палеозойской котловины».

1939 г. Ю. В. Порошин. «Гидрогеологический очерк Горьковской и Кировской областей, Чувашской, Марийской и Удмуртской АССР».

1940 г. К. И. Маков. «Подземные воды Причерноморской впадины».

1941 г. К. И. Маков. «Подземные воды Днепровско-Донецкой впадины», где освещена только днепровская часть этой впадины. (Позднее указанные работы К. И. Макова были переизданы в переработанном виде.)

1941 г. Н. И. Толстихин. «Подземные воды мерзлой зоны литосферы».

1947 г. О. К. Ланге. «О зональном распределении грунтовых вод на территории СССР», издание Московского общества испытателей природы.

1947 г. А. А. Дубянский и Н. И. Муравьева. «Геология и подземные воды Курской и Орловской областей», в трех томах: I — текст; II — описание разрезов; III— профили.

1948 г. и далее. «Труды Лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского АН СССР», где содержатся также статьи регионального характера.

1949 г. А. И. Силин-Бекчурин. «Формирование подземных вод северовостока Русской платформы и западного склона Урала».

1956 г. Т. П. Афанасьев. «Подземные воды Среднего Поволжья и Прикамья и их гидрохимическая зональность».

Имеется ряд весьма обстоятельных работ, касающихся гидрогеологии Средней Азии, Сибири и Дальнего Востока. Так, например, для подземных вод района вечной мерзлоты руководящими являются работы Н. И. Толстихина [84], М. И. Сумгина [81, 82] и др. По районам Узбекистана большой интерес представляют работы Г. И. Архангельского, Б. М. Георгиевского, М. М. Крылова, М. А. Шмидта и др. Для низовьев Сыр-Дарьи имеется обстоятельная сводка В. А. Сергеева, а по районам Туркмении — работы И. И. Никшича, П. И. Калугина, В. Н. Кунина и др. Целый ряд гидрогеологических статей напечатан в изданиях Академии наук СССР, академий наук союзных республик и Министерства геологии и охраны недр СССР.

Указанные выше сводные работы сопровождаются обширными списками гидрогеологической литературы. Таким образом, преподавание курса «Подземные воды СССР» широко обеспечено материалами для детальной характеристики весьма большого количества крупных регионов; однако эти материалы пригодны главным образом для семинарской проработки отдельных тем курса; заменять учебник или же учебное пособие, которое помогло бы студенту в его систематической работе над курсом в целом, эти весьма содержательные и обстоятельные работы, конечно, не могут.

Следует указать также и на некоторые издания дореволюционного времени, могущие принести большую пользу при изучении курса «Подземные воды СССР». Кроме ряда крупных работ, касающихся более или менее обширных территорий (Н. А. Соколов [78] — «Гидрогеологический очерк

Херсонской губернии», С. Н. Никитин — «Артезианские воды каменноугольных отложений Подмосковного края» и др.), следует отметить огромный фактический материал, напечатанный И. Ф. Синцовым в ряде томов «Записок Минералогического общества» под общим заглавием «О буровых и копаных колодцах казенных винных складов». В этой работе собран и систематизирован обширнейший материал исключительной ценности по буровым и копаным колодцам, который мог бы быть сведен в объемистый том. Материалы И. Ф. Синцова являются незаменимым пособием, не утратившим своего значения и в настоящее время, для всякого рода проектных работ и семинарских упражнений, касающихся Европейской части СССР.

Кроме того, следует отметить еще указатели и каталоги буровых на воду скважин. Некоторые из них, как например указатели С. Н. Никитина для страны в целом, каталоги Е. Л. Личковой для Украины или каталог коллектива авторов для Московской области, весьма обстоятельны; другие же, как например каталог буровых скважин З. М. Вортмана [11], труднее поддаются использованию вследствие отсутствия в них целого ряда весьма необходимых данных. Наконец, очень полезным является «Указатель литературы по гидрогеологии СССР» (издание ГГРУ), включающий на год своего составления (1932) достаточно полный список как опубликованных, так и архивных материалов по гидрогеологии СССР (более 2700 номеров).

Автор приносит искреннюю благодарность Д. И. Гордееву, Г. Н. Каменскому, В. А. Жукову, А. Н. Семихатову, К. В. Филатову, замечания которых им были использованы при составлении настоящего учебного пособия, а также Е. Ф. Левиной, И. Г. Арманд и К. А. Петровой, оказавшим существенную помощь в оформлении книги.

ВВЕДЕНИЕ

О ЗАДАЧАХ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ

Предмет данной книги — описание гидрогеологических условий естественноисторических районов на территории СССР. Под гидрогеологическими условиями подразумеваются условия залегания подземных вод, их качественный и количественный режим и баланс в природной обстановке. Под естественноисторическим районом мы подразумеваем участок земной поверхности, на котором природные условия, определяющие питание, залегание, режим и баланс подземных вод, однообразны.

Для естественноисторического районирования поверхности суши, имеющего целью выявить однообразные гидрогеологические условия тех или иных районов, необходимо иметь обширный статистический материал, который характеризовал бы особенности отдельных участков земной коры; этот материал получается путем гидрогеологических исследований. Чем большее пространство земной коры охвачено гидрогеологическими исследованиями, чем большее количество гидрогеологических фактов имеет в своем распоряжении исследователь, тем точнее может он проводить границы однообразных гидрогеологических районов, глубже и полнее характеризовать их. Отсюда вытекает необходимость 1) учета произведенных исследований, 2) извлечения из них частных характеристик отдельных гидрогеологических районов и, наконец, 3) общего описания последних. Таким образом, степень и качество изученности гидрогеологических условий земной коры будут определять полноту и доброкачественность наших представлений о гидрогеологических районах и их характеристиках.

Накопление разрозненных гидрогеологических фактов, относящихся к территории России, имело место еще в первой половине прошлого столетия. Однако все они, включая и гидрогеологические исследования, произведенные в первой четверти XX в., отличаются весьма большим разнообразием как по содержанию и объему, так в основном и по методике их выполнения.

Для исследований дореволюционного периода характерно отсутствие в них какого-либо единого плана. Они производились то на том, то на другом участке страны, имели своей задачей удовлетворение какой-нибудь конкретной потребности, связанной со знанием гидрогеологических условий места, и, если доводились до конца, то очень часто полученные данные недостаточно полно обрабатывались и еще реже публико-

вались. Часто эти данные терялись бесследно, особенно когда эти работы выполнялись по инициативе частных лиц.

Когда исследования выполнялись частными предпринимателями, обычно представлявшими собой типичных коммерсантов, тогда результаты исследований скрывались и являлись достоянием исключительно этих лиц. Только немногие из них делились своими сведениями с центральными геологическими учреждениями или опубликовывали их. К числу частных лиц, оказывавших несомненные услуги делу познания гидрогеологических условий страны, нужно отнести проф. Кобецкого (Киев), проф. Войслава (С.-Петербург), инж. Миттельштедта и инж. фон Вангеля (Москва).

Естественно, что при таком положении дела не могло быть и речи о каком бы то ни было едином методическом подходе к пониманию и решению стоявших перед исследователями задач. Это является причиной того, что сохранившиеся в архивах, либо опубликованные материалы с трудом поддаются взаимной увязке.

Если к этому прибавить то, что не только в более отдаленное время, но и сейчас еще отсутствует общепринятая гидрогеологическая терминология и что очень часто одни и те же явления обозначаются различными терминами или, наоборот, одному и тому же термину придается весьма различное значение, то станет ясным, насколько велики трудности, стоящие перед исследователем, пытающимся подвести по литературным и архивным материалам итоги всей гидрогеологической работы, проделанной до настоящего времени.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ

Начиная с 1924 г. и по настоящее время много внимания уделяется установлению единой методологии, научной терминологии и классификации в области гидрогеологических исследований. Несмотря на достаточно определенные и решительные постановления 1-го Всесоюзного гидрологического съезда в 1924 г. и 1-го Всесоюзного гидрогеологического съезда в 1931 г., в которых указывалось не только на важность решения этой задачи, но и на ее срочность, мы все же и в настоящее время на этом пути продвинулись еще очень мало. Между тем в течение последних трех десятилетий гидрогеологические исследования произведены в исключительно широких масштабах. Они были связаны с самыми разнообразными задачами (водоснабжение городов и сельских поселений, вопросы ирригации, мелиорации и обводнения, вопросы промышленного и коммунального строительства и т. д.), а в последние годы с работами по преобразованию природы и с большим гидротехническим строительством. Затраты на гидрогеологические и инженерно-геологические исследования в настоящее время неизмеримо велики по сравнению с крайне скудными ассигнованиями дореволюционного времени (затраты идут главным образом по линии министерств: геологии и охраны недр СССР, сельского хозяйства СССР, здравоохранения СССР, путей сообщения СССР, внутренних дел СССР и т. д.).

Множественность ведомств, заинтересованных в гидрогеологических исследованиях и фактически их выполняющих, сама по себе является одной из причин того, что исследования ведутся каждым из них весьма односторонне.

Узость интересов ведомства ведет к тому, что исследователи вынуждены ограничиваться решением непосредственно им порученных задач и часто не имеют ни средств, ни времени для того, чтобы осветить гидрогеологические условия пункта или района с достаточной для научных целей полно-

той, а нередко лишены даже возможности как следует обработать добытые фактические материалы.

В то же время, при сравнительно ничтожных дополнительных затратах, можно было бы собрать материал, достаточный не только для освещения поставленной перед исследователем основной узкой задачи, но и для более широкого и глубокого выявления общих гидрогеологических условий района.

Существующие в литературе разногласия как в области классификации подземных вод, так и в области применения гидрогеологической терминологии вызывают необходимость в каждом отдельном случае оговаривать заранее те классификационные принципы и ту терминологию, которую автор предлагает использовать. В частности, в предлагаемой работе используются следующие определения и термины в отношении подземных вод:

1) Выделяются грунтовые воды, которые характеризуются наличием водоупорного ложа и отсутствием водоупорной кровли; затем межпластовые воды, у которых наблюдаются водоупорное ложе и водоупорная кровля. Пространство между последними, в одном случае, может быть только частично заполнено гравитационной водой, так что в гидродинамическом отношении мы здесь имеем аналогию с грунтовым водоносным горизонтом (межпластовые нисходящие безнапорные воды), над которым бывают развиты капиллярный пояс и так называемая зона аэрации, как и у грунтовых вод; в другом случае — когда все пространство между водоупорным ложем и кровлей заполнено водой, причем последняя может обладать напором и в выработках (буровых скважинах) подниматься выше подошвы своей кровли или даже выше поверхности земли (самоизлив, фонтанирование),— случай межпластовых напорных, артезианских или восходящих вод.

2) Подземные воды, как грунтовые, так и межпластовые, могут быть приурочены: а) к породам зернистым, в которых они движутся фильтруясь (просачиваясь), такие воды называются поровыми, или фильтрационными, а текстура пород — пористой; б) к породам жестким с трещинами, пересекающими толщу породы; они текут в трещинах этой породы и представляют собой флюационные (текущие), трещинные или жильные воды в трещиноватой породе. По генезису воды группы а) — инфильтрационные, группы б) — инфлюатационные.

Особую группу представляют так называемые подземные водотоки, приуроченные к карстовым полостям, где они могут образовать целые системы подземных ручьев, озер бессточных и проточных, рек с порогами, водопадами и т. д. Гидродинамически они аналогичны поверхностным водотокам.

3) В отношении температуры, согласно с преобладающими представлениями, различаются воды очень холодные — с температурой менее 10°, холодные — с температурой от 10 до 20°, теплые — с температурой от 20 до 42° (причем воды с температурой от 20 до 36° называются субтермальными, а воды с температурой от 36 до 42° — термальными), и гипертермальные (сверх теплые) — с температурой свыше 42°. Далее, как это принято в геологии, в особую группу выделены перегретые водоносные горизонты, питающие гейзеры.

4) По химическому составу воды разделяются (по В. И. Вернадскому) на пресные — с плотным остатком до 1 г/л; солоноватые (не только по вкусовому признаку) — с плотным остатком от 1 до 10 г/л; соленые — с плотным остатком от 10 до 50 г/л, и рассолы (рапа) — с плотным остатком более 50 г/л.

Указанные категории водных растворов нередко подразделяются (в г/л) на более мелкие (исходя из хозяйственных соображений). Так, в

категории пресных вод выделяют: а) ультрапресные — до 0,1; б) мягкие — до 0,25; в) жесткие — до 0,5; г) очень жесткие — до 1 г/л.

Среди солоноватых вод выделяют: а) слабосолоноватые, пригодные для питья по необходимости — до 3; б) среднесолоноватые, пригодные для водопоя лошадей и крупного рогатого скота — до 5; в) сильносолоноватые, пригодные для водопоя верблюдов — до 7, для водопоя взрослого поголовья каракулевых овец — до 10 г/л. Указывают, что для последней цели пригодны даже воды с плотным остатком до 13 г/л. Следует заметить, что солоноватые воды для питья и водопоя пригодны только в том случае, если они не содержат солей магния.

Среди соленых вод выделяют: а) слабосоленые — до 25; б) среднесоленые — до 35 (средняя соленость океанических вод); в) сильносоленые — до 50 г/л.

Наконец, среди рассолов выделяют: а) слабые рассолы — до 100; б) средние рассолы — до 200; в) крепкие рассолы с плотным остатком более 200 г/л.

Конечно, эти, диктуемые хозяйственными соображениями, подразделения не общепризнаны.

Определение мыльным раствором жесткости вод, имеющих плотный остаток более 1 г/л, совершенно бесцельно, так как в этих случаях большое значение в отношении мягкости или жесткости воды имеет наличие в ней щелочей. В литературе мы нередко встречаем указания на то, что к мягким, с жесткостью 10—20°, относятся воды, фактически совершенно непригодные для питья, имеющие плотный остаток, достигающий 15—20 г/л и более, но богатые щелочами[1]. Очевидно, что в этих случаях характеристика воды «мягкая» может ввести только в заблуждение. По существу определение жесткости воды с большой концентрацией солей имеет смысл только тогда, когда жесткость определяется не при помощи мыльного раствора, а пересчетом результатов химического анализа (наличие в воде окисей кальция, магния и пр.). Дело осложняется еще и тем, что при высоких величинах плотного остатка на жесткость воды влияют не только сульфаты и карбонаты кальция и магния, но и другие соли, которые обычно отсутствуют в водах с плотным остатком менее 1 г/л.

Определяя название воды по ее химическому составу, можно придерживаться либо терминов, применяемых в химии, либо в минералогии. Поэтому воды с содержанием двууглекислого кальция следует называть водами бикарбоната кальция, а не гидрокарбоната кальция. Точно так же воды с содержанием хлора и натрия следует называть хлористонатриевыми, а не хлориднонатровыми. Вместе с тем воды можно называть не по химическим названиям солей, которые находятся в растворе, а по тем минералам, которые осаждаются в природной обстановке из воды. Так, например, хлористонатриевые воды можно называть галитными; воды, характеризующиеся наличием бикарбоната кальция в растворе,— известковыми или кальцитовыми; воды с бикарбонатом кальция и магния — доломитовыми и т. д. Это допустимо, потому что в гидрогеологии обыкновенно очень много внимания уделяется вопросу «минерализации» вод, так как в природной воде растворены не искусственные химические соединения, а природные минералы. Выпадая в природных условиях из раствора, растворенные в воде вещества образуют минералы, а не соли, например жилы кальция, флюорита, пирита и др. Вот почему вполне допустимо называть эти воды по имени тех «минералов», которые делают воду «минерализованной». Количество

[1] Жесткость во всей работе приведена в немецких градусах, кроме случаев, специально оговоренных в скобках.

же растворенных в воде солей или минералов определяет концентрацию раствора.

5) Подземные воды находятся во взаимосвязи с вмещающей их породой. Практически используется только та часть подземных вод, которая находится в капельножидком, или гравитационном, состоянии. Эту часть подземных вод — будут ли они грунтовыми или межпластовыми, безнапорными или напорными — мы называем водами ф р е а т и ч е с к и м и (колодезными), в отличие от той части подземных вод, которая так тесно связана с породой, что при помощи наших обычных каптажных сооружений и приборов из породы извлечена быть не может. Эти, последние, молекулярно тесно связаны с породой, почему мы называем их а д г е р е н т н ы м и (связанные, прикрепленные).

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Один из важнейших элементов региональной гидрогеологии — г и д р о г е о л о г и ч е с к о е р а й о н и р о в а н и е.

Вопросы гидрогеологического районирования трактуются в советской литературе уже довольно давно. Однако до настоящего времени мы еще не имеем достаточно разработанных и общепринятых построений районирования. Более того, еще даже недостаточно выяснены и самые понятия «гидрогеологический район» и «районирование».

В обширном докладе на первом Всесоюзном гидрогеологическом съезде Б. К. Терлецкий [83] высказал по поводу гидрогеологического районирования следующие соображения:

«Термин «гидрогеологический район» является весьма распространенным в нашей литературе, однако содержание разные авторы вкладывают в него различное. Как и в терминологии и в классификации, мы здесь видим пестроту подходов, отсутствие единства принципов при выделении районов. Это обстоятельство сейчас же сказывается на характере гидрогеологических карт, какие прилагаются к отчетам и к трудам отдельных авторов. Рассматривая советскую гидрогеологическую литературу и карты, ее иллюстрирующие, мы сталкиваемся с исключительно пестрым толкованием понятия о районе. Надо заметить, что определение этого понятия в работах обычно отсутствует и читателю самому приходится улавливать тот принцип или признак, который у отдельных авторов послужил критерием для гидрогеологического районирования, а следовательно и картирования. Интересно отметить, что в рукописной инструкции Геологического комитета (1928 г.) для составления районных геологических очерков понятие о гидрогеологическом районе считается настолько ясным, что его определение даже не приводится, между тем практика показывает, что это важное понятие сейчас настолько запутано, что требуется его срочно продумать и разъяснить» (Труды первого Всесоюзного гидрогеологического съезда, 1932 г.).

Первый гидрогеологический съезд следующим образом высказал свои представления по этому вопросу:

«Под гидрогеологическим районом, впредь до уточнения этого понятия, следует понимать участок земной оболочки, выделяемый по преобладающему типу подземных вод, определяющему характер оптимальной водоносности данного участка земли. Гидрогеологический район выделяется на основе единства геологических закономерностей его исторического развития. В задачу гидрогеологического районирования входит раскрытие закономерностей развития не только подземных, но и надземных вод. Для равнинных дислоцированных областей понятие гидрогеологического района совпадает

с артезианским бассейном. Для горных дислоцированных областей гидрогеологический район определяется междугорной продольной впадиной, ограниченной подземными водоразделами. Для равнинных недислоцированных областей с мощным развитием четвертичных отложений, обладающих выдержанным на большой площади водоносным горизонтом, глубже которого водоносные горизонты пока неизвестны, можно считать на данном этапе нашего познания гидрогеологическим районом территорию в пределах распространения данного водоносного горизонта» (Труды первого Всесоюзного гидрогеологического съезда, 1932 г.).

Нельзя не отметить, что и понятие «гидрогеологический район» и сущность гидрогеологического районирования в данном изложении весьма неясны. Почти в каждой фразе приведенных выдержек мы имеем ряд недоуменных вопросов. Совершенно неопределенно сформулировано представление о том, что такое «преобладающий тип подземных вод». Точно так же совершенно неясно, что надо подразумевать под выражением «оптимальная водоносность» и т. д. Так, например, в пределах Подмосковного артезианского бассейна в районе Москвы в основном используется водоносный горизонт среднего карбона, а в нескольких десятках километров восточнее, в Ногинске — водоносный горизонт верхнего карбона. Следует ли сделать вывод отсюда, что артезианский бассейн не может являться гидрогеологическим районом — вопрос, заслуживающий обсуждения.

Г. Н. Каменский (1934) выдвигает методику гидрогеологического районирования на основе изучения «гидрогеологических типов», в отношении которых развивает следующие соображения:

«Последнее понятие (гидрогеологический район.— *О. Л.*) складывается из того или иного комплекса признаков и явлений, определяющих гидрогеологические условия данной местности, а именно:

1) распределение водоносных пластов в толще горных пород, слагающих местность;

2) положение водоносных горизонтов по высоте и по отношению к элементам рельефа;

3) глубина их залегания;

4) выходы подземных вод на поверхность и распределение выходов по рельефу;

5) свойства водоносных горизонтов по отношению к составу и водопроводимости водосодержащих пород и к составу самих вод.

...Основными первичными факторами, определяющими развитие всех перечисленных выше геологических признаков, являются геологическое строение, рельеф и климат».

При рассмотрении пп. 2, 3, 4, становится совершенно очевидным, что в данном случае мы имеем дело с попыткой гидрогеологического районирования, касающегося главным образом так называемых грунтовых вод, что, конечно, недостаточно, так как артезианские воды остаются вне рассмотрения. Это особенно хорошо видно из приводимых Г. Н. Каменским примеров.

Вот некоторые из них:

«1. Мощное развитие глинистых пород, слагающих междуречье массива, с одним главным горизонтом, приуроченным к песчаным слоям, залегающим близ вершин водоразделов и с характерными видами распределения грунтовых вод в послетретичных образованиях по пониженным местам.

2. Мощное развитие песчаных водопроницаемых пород, слагающих доверху водораздельные массивы, с одним основным водоносным горизонтом на уровне рек...

6. Районы с развитием флювиогляциальных песков, содержащих нередко мощные потоки грунтовых вод.

7. Район с мощным развитием глинистой морены...

9. Область развития сыртовых глин Заволжья с глубоким залеганием грунтовых вод, преимущественно высокоминерализованных и с пресными грунтовыми водами в долинах рек».

В. С. Ильин [37] и Б. Л. Личков [49] полагают, что при гидрогеологическом районировании необходимо учитывать гидродинамические условия подземных вод и самое районирование проводить раздельно для вод грунтовых и артезианских. Оба автора дали свои схемы районирования, причем в отношении районирования грунтовых вод ими проводится идея зонального распределения последних в земной коре, а в отношении артезианских — их приуроченность к геотектоническим структурам. Они под термином «грунтовые воды» подразумевают воды тех водоносных горизонтов, которые в данной местности располагаются выше местного базиса эрозии. Подобные мнения в своих работах высказывали А. Н. Семихатов, Ф. П. Саваренский, Г. И Архангельский, М. А. Шмидт, Л. П. Нелюбов, Н. К. Игнатович и др.

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ЗОНАЛЬНЫХ ГРУНТОВЫХ ВОДАХ

Случилось так, что лица, которые впервые взяли на себя попытку составления общих гидрогеологических схем, независимо один от другого, подошли к этому вопросу с разных концов. В. С. Ильин [37] начал построение своей схемы, впервые представленной в 1922 г. на Всесоюзной сельскохозяйственной выставке в Москве, с грунтовых вод, а А. Н. Семихатов [72] — с глубоких вод. В результате работ получились две картосхемы районирования, которые показали, что районы, выделяемые для грунтовых вод и глубинных вод, различны.

На картосхеме В. С. Ильина полосы районов-зон имеют в общем широтное направление (рис. 1).

Картосхема А. Н. Семихатова по некоторым контурам близка к геологической карте (рис. 2).

Из анализа этих картосхем выяснилось, что практически действительно приходится разделять районирование грунтовых вод и районирование глубоких (межпластовых) вод, потому что на формирование и жизнь (режим) вод каждой из этих категорий оказывают влияние различные факторы.

Для грунтовых вод определяющими факторами являются: а) климат, обусловливающий возможность питания грунтовых вод атмосферными осадками; при этом существенное значение имеют не только количество выпадающих атмосферных осадков, но и величина испаряемости для данной территории, а также длительность периода отрицательных температур, когда питание жидкими осадками невозможно; кроме того, согласно взглядам А. Ф. Лебедева, в зависимости от термических условий на поверхности земли находится направление движения парообразной влаги в гелиотермической зоне земной коры. Эти элементы климата имеют определенные зональные распространения на земной поверхности;

б) геоморфологические условия, т. е. условия, определяющие подземный и поверхностный сток атмосферных осадков; на территории Европейской части СССР условия поверхностного стока атмосферных осадков имеют зональный характер, однако зоны поверхностного

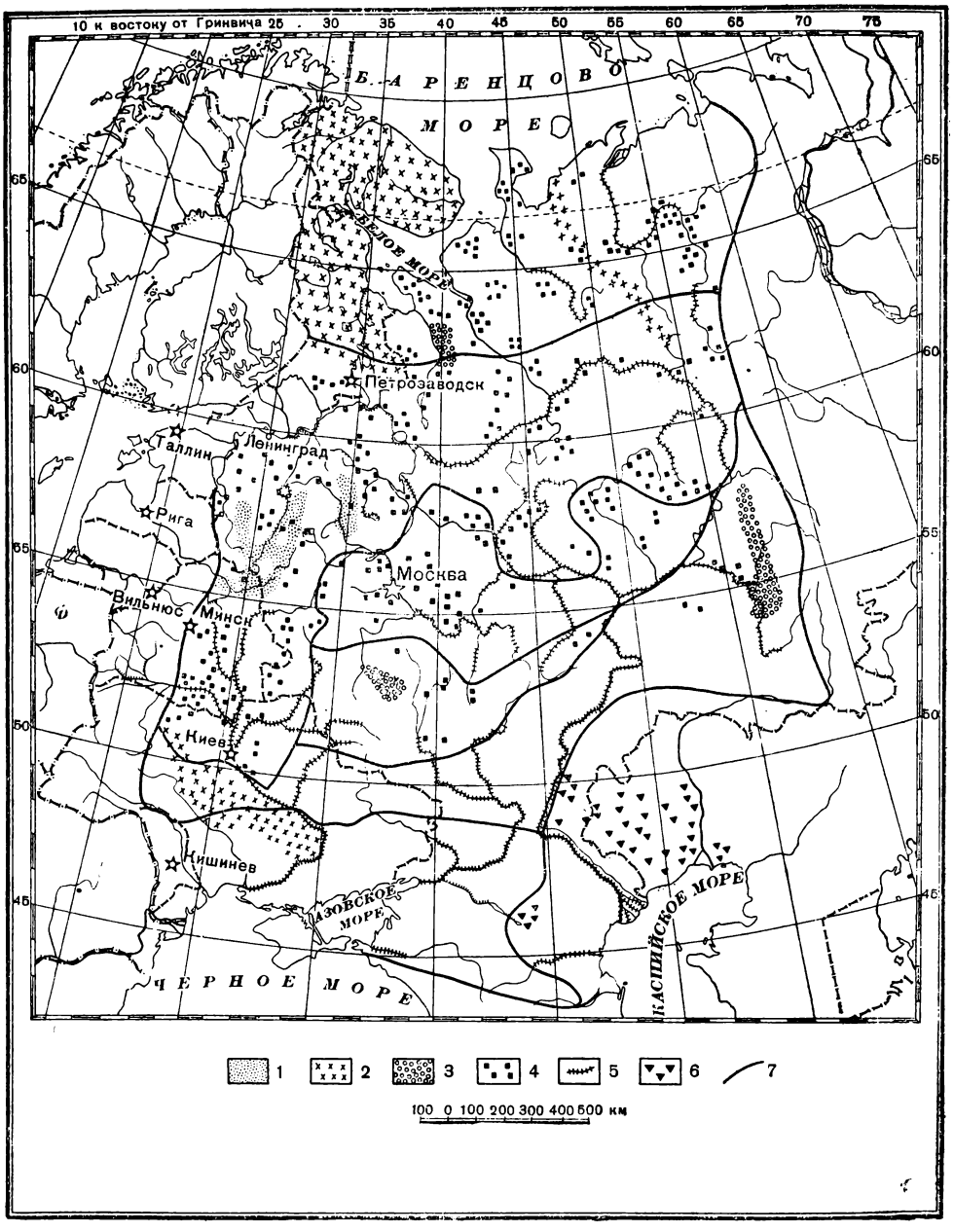


Рис. 1. Схема зон грунтовых вод Европейской части СССР (по В. С. Ильину, 1922 г.).

Азональные грунтовые воды: *1* — области конечных морен; *2* — области массивных пород; *3* — области карста; *4* — области болот; *5* — аллювиальные воды; *6* — области солончаков; *7* — границы зон

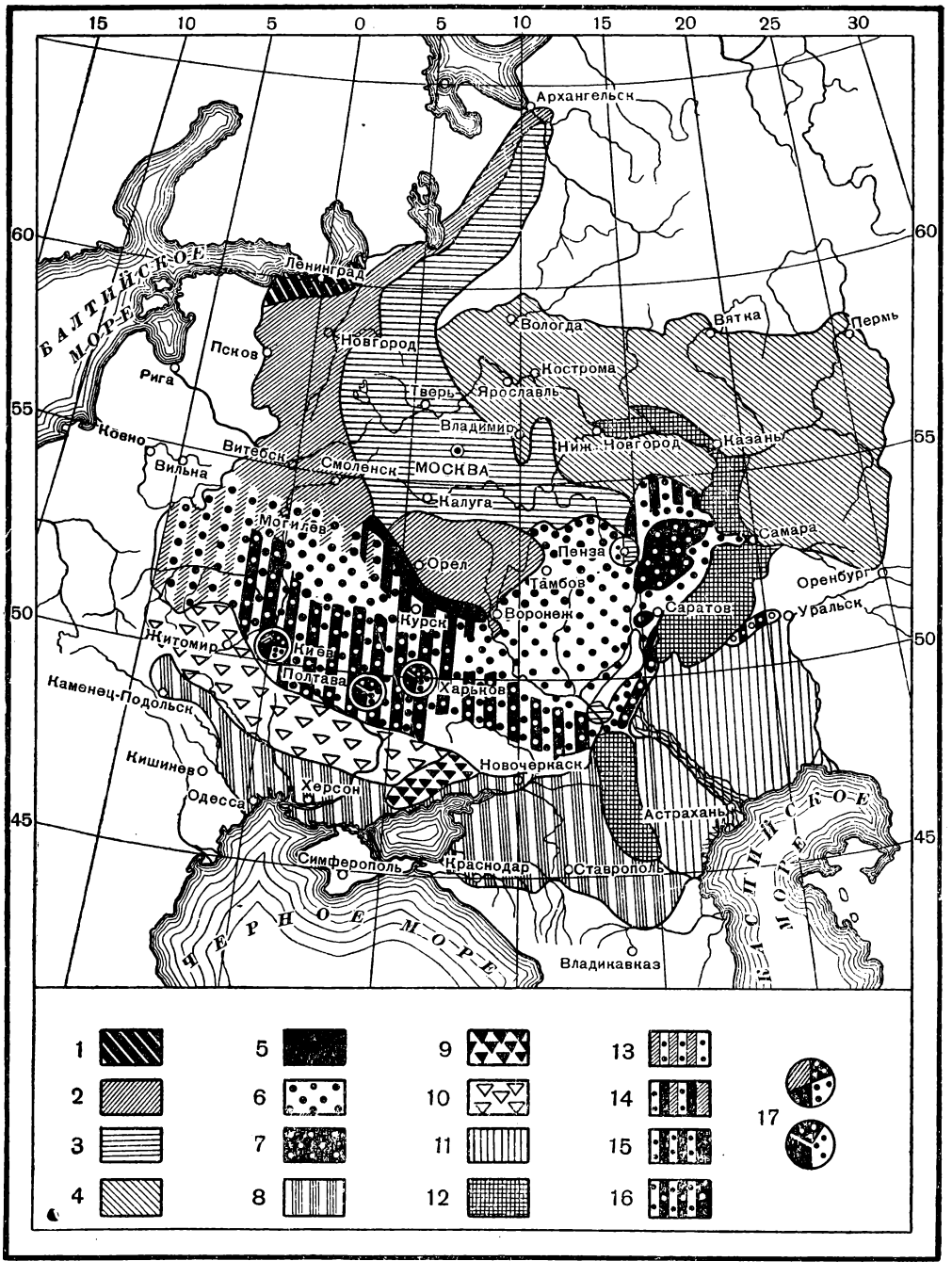


Рис. 2. Карта районов фактического и возможного использования артезианских и глубоких грунтовых вод Европейской части СССР (по А. Н. Семихатову, 1925 г.).

Воды: *1* — кембрийских и силурских; *2* — девонских; *3* — каменноугольных; *4* — пермских; *5* — юрских; *6* — меловых; *7* — нижнетретичных; *8* — верхнетретичных отложений; *9* — в послетретичных отложениях и продуктах разложения гранитов; *10* — в третичных и послетретичных отложениях на гранитах; *11* — каспийских; *12* — послетретичных; *13* — девонских и меловых; *14* — девонских, юрских и меловых; *15* — юрских и меловых; *16* — меловых и нижнетретичных; *17* — глубокие буровые скважины

стока территориально не совпадают с зонами возможного питания грунтовых вод атмосферными осадками;

в) литологическое сложение покровных, главным образом антропогеновых, образований, определяющих практическую возможность поглощения атмосферных осадков (дождя и талого снега).

Таким образом, при составлении карт районов грунтовых вод необходимо располагать данными климатического, геоморфологического и литологического (геологического) порядка.

Для артезианских (глубоких, межпластовых, напорных, восходящих) вод определяющими факторами в значительной мере являются глубинные геологические структуры, которые четко выделяются на геологической карте коренных пород. Сличение геологических карт антропогеновых и доантропогеновых отложений ясно показывает их большое различие. Так же велико различие карт вод грунтовых и вод межпластовых.

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ АЗОНАЛЬНЫХ ГРУНТОВЫХ ВОДАХ

В дополнение к схеме зональных грунтовых вод В. С. Ильин установил еще группы грунтовых вод, которые явлениям зональности не подчинены. Они в своем распространении приурочены либо к литологическим, либо к геоморфологическим и гидрогеологическим особенностям территории. К числу таких вод можно отнести воды аллювиальных отложений речных долин, пересекающих огромные пространства страны в долготном направлении. Одним из таких примеров может служить Волга, берущая свое начало в Калининской области и впадающая в Каспийское море. На своем пути эта река пересекает III, IV, V, VI, VII, VIII зоны В. С. Ильина или, если считать по Б. Л. Личкову,— зоны лиственных лесов, лесостепи, степи, полупустыни, по существу врезается в пустыню. На протяжении всего бассейна Волги наблюдаются существенные изменения условий залегания и режима тех грунтовых вод, которые развиты на междуречных пространствах. Но жизнь грунтовых вод в пределах речного аллювия Волги зависит в основном от режима воды в этой реке. Смена паводков и меженей фактически определяет режим грунтовых вод в пределах аллювиальной толщи данной реки.

Другим примером таких азональных вод являются воды карста, обладающие одинаковыми гидродинамическими условиями,— одинаковым режимом, независимо от того, в какой климатической или геоморфологической зоне они находятся. Карстовая область в бассейне Северной Двины, в Приуралье или в Крыму имеет одни и те же характерные черты; жизнь грунтовых вод карста определяется именно условиями жизни самого карста.

Таким образом, азональные грунтовые воды занимают как бы отдельные площади, пятна или же полосы, характеризующиеся определенными условиями развития этой группы вод и могущие находиться на любой географической широте земной поверхности.

ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ, ИХ РАЙОНИРОВАНИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНОВ

При изучении подземных вод группы «грунтовые воды» гидрогеологические работы должны иметь своим объектом существенные элементы, определяющие значение грунтовых вод для данного района, а именно: их

физические и химические свойства, глубину их залегания, пространственное распределение как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях, их режим и, наконец, бóльшую или меньшую легкость извлечения их из водосодержащего пласта. В качестве примера В. С. Ильин рассматривает взаимоотношения грунтовых вод в различных частях так называемой Центральной черноземной области и приходит к следующим выводам (рукопись В. С. Ильина, 1923 г.).

А. В районе, расположенном в верховьях р. Сестры (правый приток верхней Волги), развит сравнительно мощный покров лёссовидных суглинков, которые подстилаются песками, содержащими большое количество пресных грунтовых вод хорошего качества. Эти грунтовые воды приурочены к определенному и притом мощному пласту ледниковых песков, который является для всего района достаточно постоянным. В южной части Московской области на плоском междуречье рр. Пахры и Северки распространены подобные же лёссовидные суглинки, но местами с прослоями супесчаных и песчаных пород, причем к этим прослоям приурочены грунтовые воды, обилие которых варьирует в значительной степени в зависимости от мощности и песчанистости соответствующих водоносных прослойков. В связи с этим различием гидрогеологических условий имеется налицо различное хозяйственное значение указанных районов. И тот и другой в общем удовлетворительны как сельскохозяйственные районы, но первый (в бассейне р. Сестры) значительно опережает южный (Подольское плато) по созреванию посевов.

Б. Сравним также следующие два района — Ногинский, Московской области, и район близ ст. Итларь и ст. Петровск Северной ж. д. В том и другом случае мы имеем область развития песчаных отложений, которые по своему геологическому типу ближе всего стоят к зандровым отложениям. Но в то время как в Ногинском районе грунтовые воды залегают на глубине в среднем около 2—4 м, в районе ст. Итларь и ст. Петровск они лежат значительно глубже.

В. Наконец, третье сравнение: западная часть Подольского и Серпуховского районов, с одной стороны, и юго-западная часть Горьковской области, входящая в состав Центральной промышленной области—с другой. И в том и в другом случаях грунтовые воды стоят в прямой связи не только с послеледниковыми и ледниковыми отложениями, но и с коренными породами. В Подольском и Серпуховском районах они залегают на глубине преимущественно около 20 м и более, а в юго-западной части Горьковской области ближе к поверхности. Это обстоятельство, соответственно, сказывается и на расселении жителей, давая в первом случае скопление селений в пониженных участках рельефа, а во втором—более равномерное их распределение. Само собой разумеется, что это сказывается на соответствующей организации сельскохозяйственной и промышленной жизни районов.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОН ГРУНТОВЫХ ВОД, ВЫДЕЛЕННЫХ В. С. ИЛЬИНЫМ [37]

Исходя из положений, высказанных в статье «Грунтовые воды» (БСЭ) В. С. Ильин в развитие идей П. В. Отоцкого и В. В. Докучаева дает следующую характеристику намеченных им зон грунтовых вод:

1 Первая, наиболее северная зона — **зона грунтовых вод типа тундровых**, характеризующихся очень близким залеганием к дневной поверхности и постоянно переходящих в поверхностные и болотные воды. По своему составу подземные воды тундры отличаются большим содержанием органических веществ и почти полным отсутствием минеральных солей,

среди которых существенную роль играет кремнезем; в питании местных водных артерий грунтовые воды принимают значительное участие, являясь в известной степени их регуляторами. Следует при этом заметить, что под термином «тундровые воды» В. С. Ильин подразумевает не только те подземные воды, которые развиты в зоне, называемой геоботаниками и Б. Л. Личковым зоной тундр. Последняя представляет значительно более узкую полосу, охватывающую только северную половину Кольского полуострова и северную часть пространства между Уралом и Белым морем, примерно до широты 65°. В. С. Ильин же термином «тундровые воды» характеризует именно условия залегания и режима подземных вод, а не геоботаническую обстановку, обусловленную как наличием этих вод, так и климатическими условиями. Зона тундровых вод, как класс грунтовых вод, распространяется южнее геоботанической тундры, достигая примерно 62° широты и захватывает полосу «криволесья».

2. Далее к югу распространяется **зона высоких вод Севера.** В этой зоне, на междуречьях в меженное время, грунтовые воды залегают обычно на глубине около 3—4 м, иногда даже 10 м. Минерализация грунтовых вод здесь уже чувствительна, но зато количество органических соединений уменьшается. Залегая почти широтной полосой в северной половине Европейской части СССР, эта зона на западе спускается языком в бассейн верхнего Днепра. В пределах этой зоны, при детальном изучении ее, выделится значительно большее количество районов, нежели в предыдущей зоне.

3. Третья зона — **«грунтовые воды овражного типа центральных губерний»**, или **зона грунтовых вод неглубоких оврагов.** На междуречьях грунтовые воды в межень опускаются еще глубже, местами даже до 20 м; концентрация солей в них довольно значительная — до 0,5 г/л и более; примеси органических веществ наблюдаются только в случае более или менее близкого залегания этих вод к дневной поверхности. Иногда даже на вкус чувствуется железо.

В питании рек подземные воды второй и третьей зон принимают заметное участие, так как в этих зонах, в оврагах и в долинах рек иногда наблюдаются весьма обильные родники.

4. Четвертая зона — **зона грунтовых вод глубоких оврагов.** На междуречьях грунтовые воды местами залегают еще глубже, иногда на глубине 25—30 м. Концентрация солей достигает 0,75 г/л, изредка превышая 1 г/л. В питании рек грунтовые воды участвуют, но в меньшей степени, нежели в двух предыдущих зонах.

5. К югу от четвертой зоны располагается **зона грунтовых вод овражно-балочного типа.** Грунтовые воды здесь залегают иногда на глубине свыше 50 м и даже в коренных породах. Плотный остаток достигает 1 г/л и более. Для этой зоны характерно наличие как оврагов, которые только местами дают выходы грунтовых вод в виде родников, собирающихся далее в ключи, так и балок, в которых грунтовые воды на поверхность не выходят. В последних грунтовые воды лежат обыкновенно сравнительно близко к дневной поверхности. В местах усиленной инфильтрации поверхностных вод весной, после снеготаяния, пониженные участки дна балок бывают иногда заболочены, а в летнее время, в засушливые годы, здесь наблюдаются выцветы солей.

6. Наконец, шестая зона — **зона грунтовых вод балочного типа** — распадается на две части, из которых одна располагается в Причерноморской впадине, а другая — в Прикаспийской впадине.

а) В первом случае на междуречьях глубина залегания достигает, в виде исключения, больше 100 м. Здесь, в балках, грунтовые воды нахо-

дятся сравнительно глубоко, но все же значительно ближе к поверхности, нежели на междуречьях. В силу этого именно к балкам приурочены массы населенных пунктов. Междуречные водораздельные пространства почти всегда лишены селений. Концентрация солей в грунтовых водах иногда настолько значительна (достигает 5 г/л), что воды негодны для питья и водопоя.

б) Прикаспийская впадина отличается гораздо более пологим и мало расчлененным рельефом. В пределах этой впадины балки весьма пологи и сравнительно неглубоко врезаются в рельеф. Грунтовые воды залегают здесь значительно ближе к поверхности земли, причем нормально это сильно засоленные воды. Концентрация солей в некоторых случаях превышает 10—20 г/л.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОН ГРУНТОВЫХ ВОД, ВЫДЕЛЕННЫХ Б. Л. ЛИЧКОВЫМ [49]

К вопросам выявления зон грунтовых вод Б. Л. Личков подошел иначе, чем В. С. Ильин. В результате тоже получились широтные пояса, но они не совпали с поясами В. С. Ильина.

Б. Л. Личков в основу идеи зональности положил геоботанические признаки. Растительность зависит, рассуждал он, от целого ряда условий: климата, почвы и, в частности, от характера подземных вод, глубины их залегания и т. д. Глубина залегания грунтовых вод определяет характер растительности, и поэтому растительность может быть использована как индикатор (указатель) на грунтовые воды. Таким образом, можно всем геоботаническим картам придать гидрогеологическое толкование.

Картосхема Б. Л. Личкова для всего пространства Европейской части СССР дает три основные полосы. Полоса лесов разделяет безлесные полосы — степь и тундру. В полосе лесов можно наметить южный пояс, характеризующийся преобладанием лиственного леса (чернолесье), и северный пояс хвойных лесов (краснолесье).

Южнее полосы лесов расстилается область, в которой лесоразведение очень затруднено: в природных условиях происходит борьба между лесом и степью. В засушливые эпохи полоса леса отодвигается к северу. Когда же наступают влажные годы, территория покрывается молодой порослью. Эта полоса носит название лесостепи. Но в этой борьбе на стороне степи выступил человек, который вырубает леса, все больше сужая полосу лесостепи.

Таким образом, при движении с севера на юг, мы имеем зону тундры, зону хвойных лесов, зону лиственных лесов, зону лесостепи и зону степи. По Б. Л. Личкову полоса тундры заканчивается севернее, чем у В. С. Ильина (рис. 3), потому что это «геоботаническая» тундра, а по В. С. Ильину более широкая полоса выделяется как отдельная полоса развития грунтовых вод типа тундровых. Вследствие различного понимания содержания понятия «зона» количество последних и границы их у обоих авторов не совпадают. Б. Л. Личков делит свои зоны-полосы более дробно на районы (см. рис. 4).

Северная полоса

Тундровая зона остается без разделения на районы (XXXIII).

Зона хвойных лесов делится на три района:

Чердынско-Печорский (XXXII),

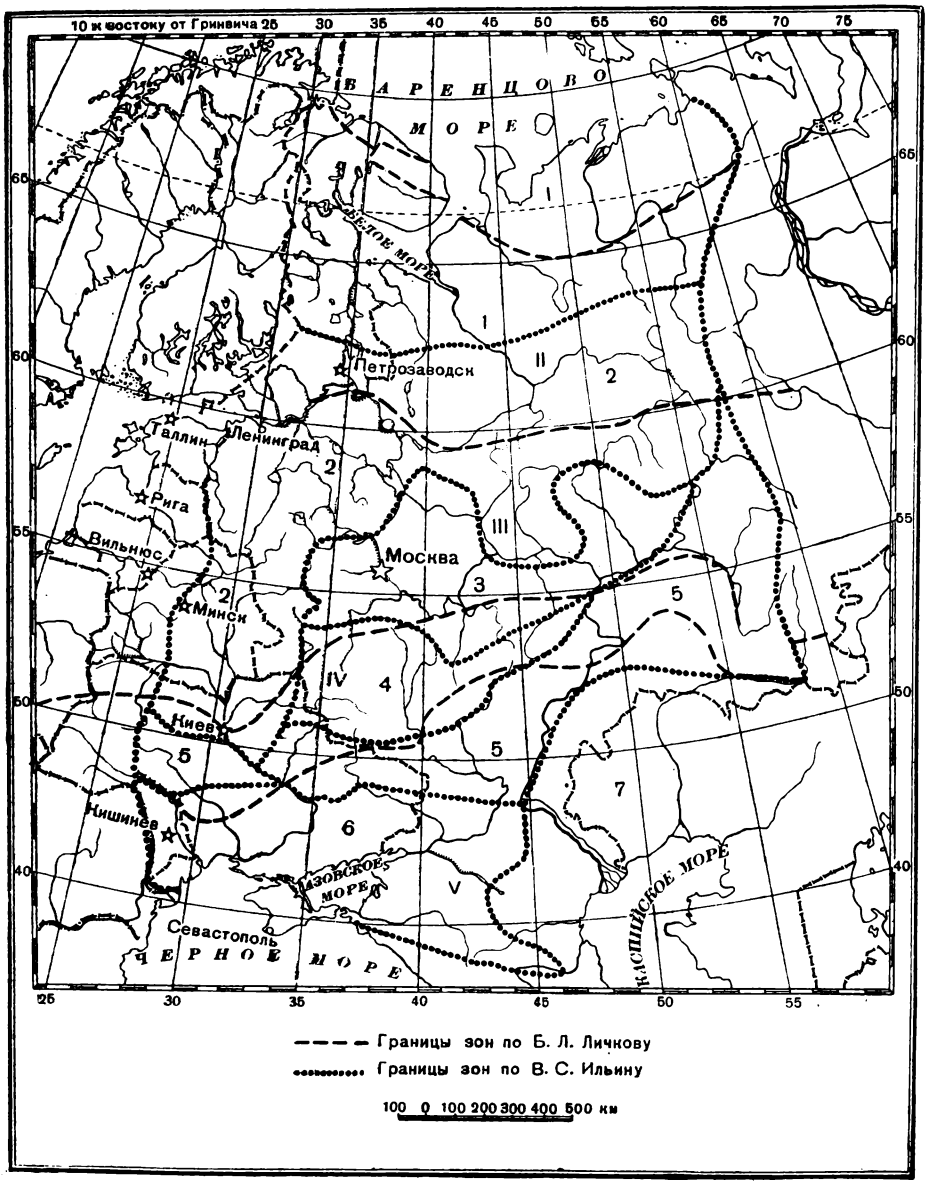


Рис. 3. Схема соотношений зон грунтовых вод по В. С. Ильину (1922 г.) и Б. Л. Личкову (1930 г.).

Зоны грунтовых вод по В. С. Ильину: *1* — зона грунтовых вод типа тундровых; *2* — зона высоких вод Севера; *3* — зона грунтовых вод неглубоких оврагов; *4* — зона грунтовых вод глубоких оврагов; *5* — зона грунтовых вод овражно-балочного типа; *6* — подзона грунтовых вод балок причерноморского типа; *7* — подзона грунтовых вод балок прикаспийского типа.

Зоны грунтовых вод по Б. Л. Личкову:

I — зона тундры; II — зона хвойных лесов; III — зона лиственных лесов; IV — зона лесостепи; V — зона степи

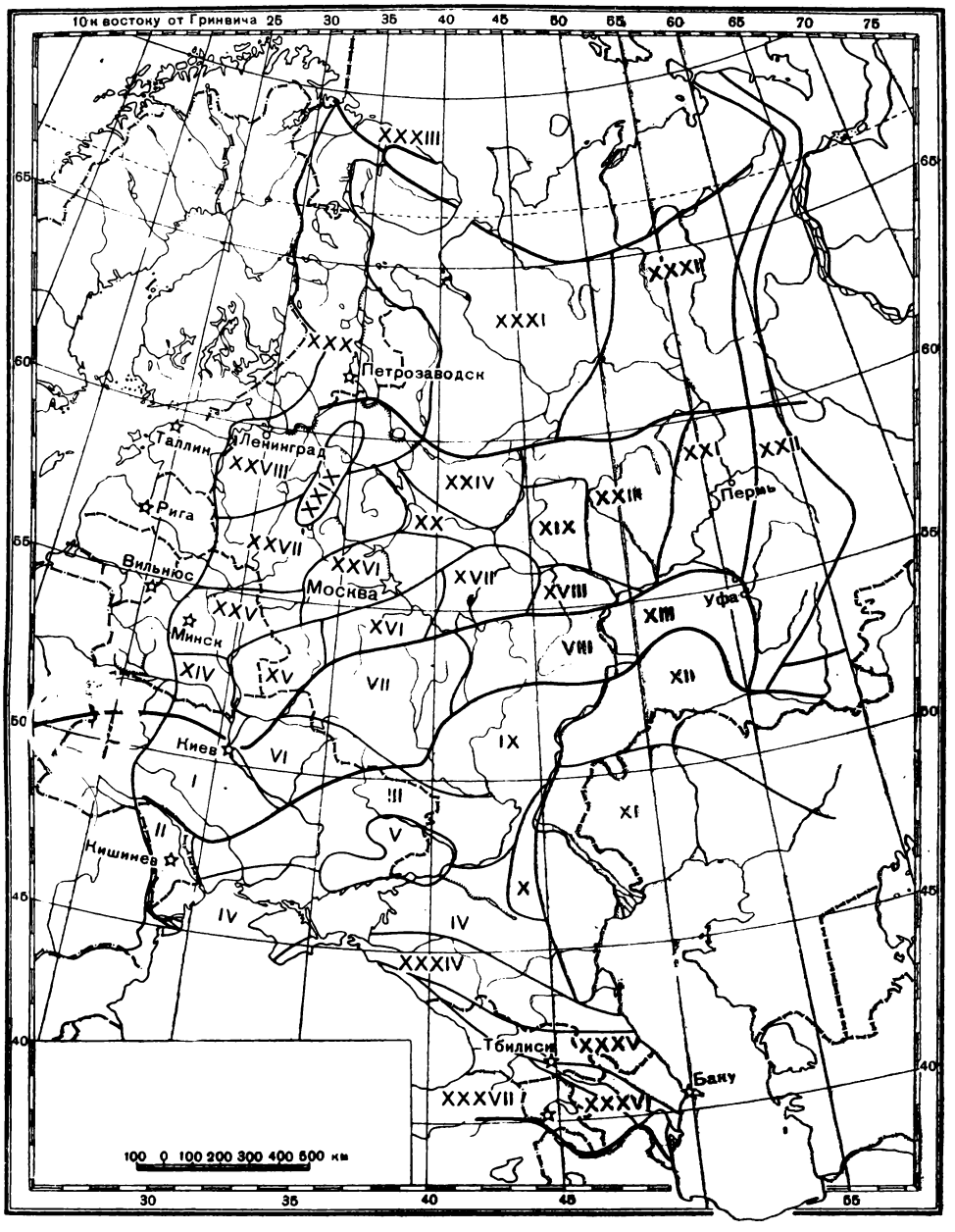


Рис. 4. Районы грунтовых вод (по Б. Л. Личкову)

Северо-Двинский (XXXI),
Олонецко-Беломорский (XXX).

Зона лиственных лесов разделена на шестнадцать районов:
Валдайско-Тихвинский район (XXIX),
Равнина больших озер (XXVIII),
Поозерье (район мелких озер) (XXVII),
Возвышенный Московский район (XXVI),
Западные Увалы (XXV),
Северное Заволжье (XXIV),
Восточные Увалы (XXIII),
Средне-Уральский район (XXII),
Камский район (XXI),
Молого-Костромской район (XX),
Ветлуго-Унженский район (XIX),
Кузнецкое полесье (XVIII),
Окско-Клязьменское полесье (XVII),

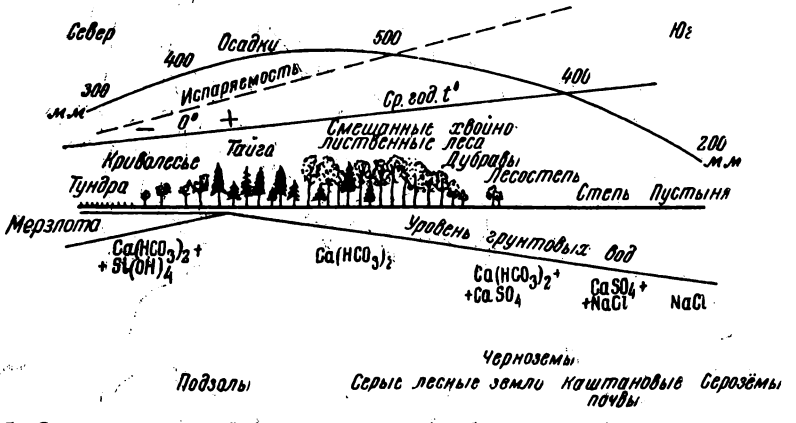


Рис. 5. Схема соотношений флористических (геоботанических), гидрогеологических и почвенных зон (по Г. Р. Эйтингену и О. К. Ланге)

Окская Полесская область (XVI),
Деснинская Полесская область (XV),
Припятское Полесье (XIV).

Южная полоса

Зона лесостепи делится на пять районов:
Заволжье (XIII),
Волжско-Цнинско-Сурский (VIII),
Средне-русский (VII),
Левобережье Днепра (VI),
Правобережье Днепра (Волыно-Подольское плато) (I).

Зона степи — на восемь районов:
Степное Заволжье (XII),
Прикаспийская пустынно-степная низина (XI),
Ергени (X),
Волго-Донские степи (IX),
Донецкий и Приазовский безлёссовый степной район (V),
Черноморско-Азовский степной район (IV),
Высокие лёссовые степи (III),

Бессарабский безлёссовый район (II),
Подольский безлёссовый район (I).

Какая же из схем имеет преимущество?

Схема Б. Л. Личкова наглядна, но имеет тот недостаток, что в конечном итоге за критерий взяты не те естественноисторические условия, которые определяют формирование и жизнь подземных вод, а те, которые являются результатом наличия подземных вод. Конечно, лесная растительность имеет влияние на грунтовые воды, но не она определяет появление и основные черты характера последних. Кроме того, в одну зону включаются разнородные, гидрогеологически не сходные районы, как например Бессарабский и Подольский безлёссовые районы и Прикаспийская пустынно-степная область.

С гидрогеологической точки зрения гораздо интереснее пользоваться признаками, которые определяют формирование и жизнь грунтовых вод. Идея В. С. Ильина кажется нам поэтому более приемлемой.

Роль климатических и флористических факторов, как показателей глубин залегания и минерализации грунтовых вод, может быть иллюстрирована схемой (рис. 5), заимствованной у Г. Р. Эйтингена [91] и переработанной автором.

РАЙОНИРОВАНИЕ АРТЕЗИАНСКИХ ВОД

Первая попытка картографического изображения распределения на пространстве Европейской части СССР глубоких вод (артезианских) была сделана А. Н. Семихатовым в 1925 г.; составленная им картосхема была приложена к его статье, дополняющей русский перевод учебника Г. Гефера «Подземные воды и источники» (см. рис. 2).

При сличении этой карты с геологической видны некоторые расхождения. Так, например, полоса девона на гидрогеологической карте смещена в сторону полосы карбона, последняя — в сторону полосы перми и пр. Это объясняется тем, что области питания артезианских горизонтов не представляют практического значения. Подземные воды здесь имеют характер нисходящих. В этих местах ведут разведку до более глубоких горизонтов и углубляют скважины до нижележащих, более дневних водоносных толщ. Эту схему правильнее назвать «картой распространения эксплуатируемых водоносных горизонтов».

Таким образом, схемы В. С. Ильина и А. Н. Семихатова, появившиеся почти одновременно, до известной степени послужили основанием для научного положения о районировании подземных вод отдельно для артезианских и отдельно для грунтовых вод. Но существуют сторонники и такого мнения, что гидрогеологическое районирование должно быть единым.

Б. Л. Личков, разделяя мнение В. С. Ильина и А. Н. Семихатова, подробно аргументирует необходимость отдельного районирования для грунтовых вод и поддерживает идею зонального районирования последних, а для глубоких (артезианских) вод считает необходимым районирование по структурным признакам. Вот некоторые основные положения его аргументации.

«К чему сводится принципиальное различие между наиболее близкими к поверхности водными горизонтами и водами более глубокими? — Мы постараемся сейчас ответить на этот вопрос. Я позволю себе подойти к этому вопросу издали. Для начала я отмечу следующее обстоятельство. Когда геолог составляет геологическую карту какой-нибудь местности, он обычно снимает с нее все кроющие ее сверху четвертичные образования,

так называемые «наносы», и показывает только то, что находится под поверхностью земли ниже этих «наносов». В результате получается так хорошо знакомая нам картина, которую мы видим хотя бы на обзорной карте Европейской части СССР, изданной Геологическим комитетом, где Днепр в среднем своем течении имеет на правом и на левом берегу, как бы на поверхности плато, огромное пространство палеогена, в то время как на деле здесь лежит сверху мощная толща четвертичных отложений. Их, однако, на карте нет, они сняты.

Равным образом во многих местах на карте показаны выходы кристаллических пород, в действительности покрытых теми же «наносами». Однако их карта также не показывает. Словом, как общее правило, «наносы» вообще с обычной геологической карты снимаются и показаны лишь там, где неясно, что под ними лежит.

Очевидно из этого, что если ставить перед собой задачу осветить как раз эти «наносы», то для этого нужна и особая карта. Идея об этой «особой карте», т. е. о карте четвертичных отложений, в настоящее время вполне укоренилась среди геологов...

... Совершенно ясно, что карт гидрогеологических, как и геологических, должно быть также два типа: один будет изображать более близкие к поверхности грунтовые воды, аналогичные, так сказать, четвертичным отложениям; другой тип карт будет изображать более глубокие «горизонты», отвечающие более древним системам ...

...Две карты и выражение двух типов районизации, которые нужно применять для одних и для других вод: одно дело районировать глубокие подземные воды и другое дело районировать воды более поверхностные; типы районов и сами районы в одном и другом случае будут совершенно разные ...

...Основной тип районизации по отношению к более глубоким водам будет состоять в том, чтобы выделить отдельные бассейны, богатые горизонтами подземных вод, и отделить их от районов, играющих роль питающих ...

...Для вод выше местного базиса эрозии, находящихся под большим влиянием рельефа и гидрометеорологических факторов, естественно, должны появиться иные районы, а в этих районах должны найти отражение также сложные зависимости, которые связывают подземные воды с другими водами, а затем с окружающими условиями рельефа, состава породы, тектоники и климатическими условиями».

Для развития артезианских вод благоприятны структуры, имеющие характер депрессий, синклинальных впадин, мульд, бассейнов, а всякого рода горсты, антиклинали, поднятия являются полосами отграничения впадин друг от друга. Поэтому, если мы пользуемся геологической картой и выделяем на ней все виды поднятий, разделяющих впадины, то получаем контуры артезианских бассейнов.

Разбираясь в геологических структурах, можно уже предварительно, теоретически наметить пространства, которые следует выделить как артезианские бассейны. Они характеризуются своеобразием условий стратиграфического, литологического и тектонического строения.

После А. Н. Семихатова схемы артезианских бассейнов Европейской части СССР были составлены Б. Л. Личковым (1931) и О. К. Ланге (1948), для всего СССР М. М. Васильевским (1940), и для Сибири Н. И. Толстихиным (1947).

По-видимому, в настоящее время можно наметить на территории Европейской части СССР схему распределения артезианских бассейнов различного порядка, как это показано на прилагаемой картосхеме (рис. 6).

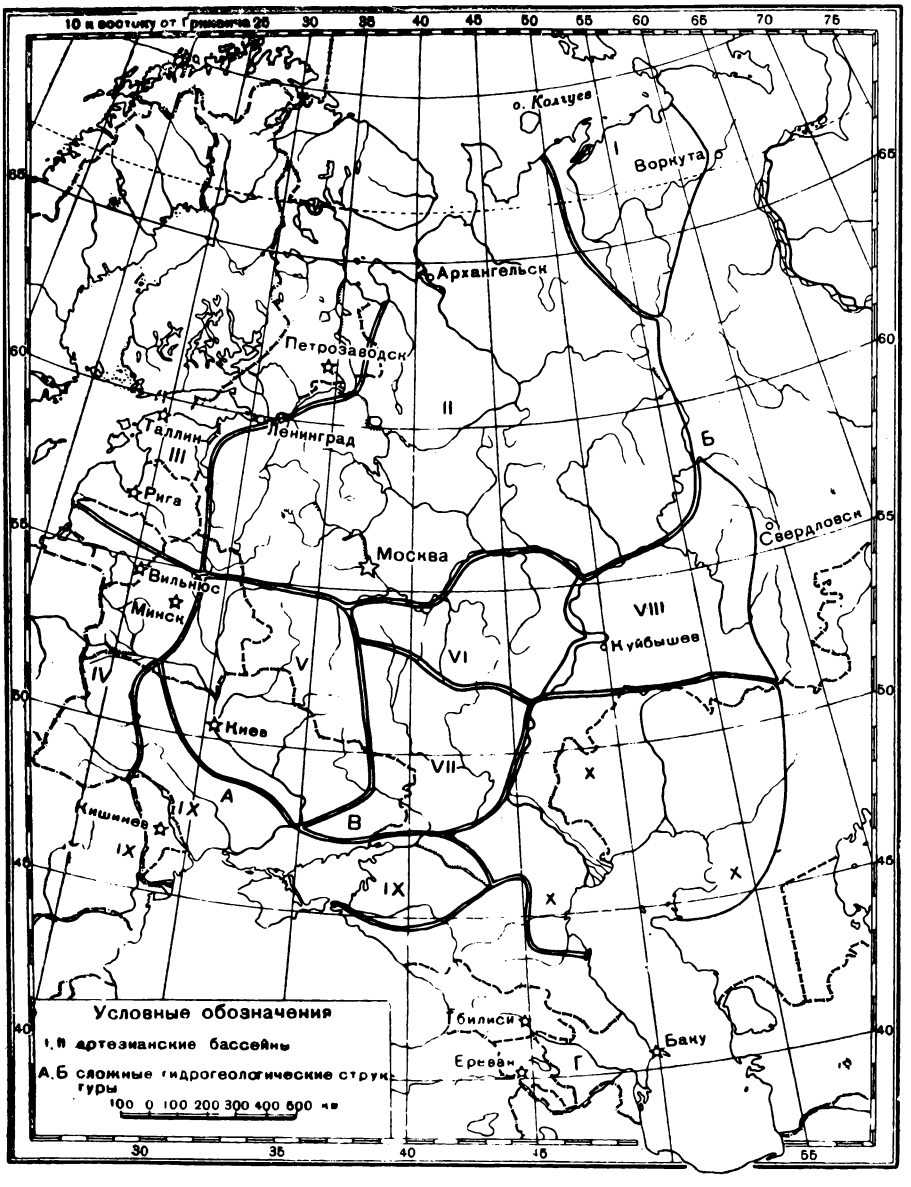


Рис. 6. Картосхема артезианских бассейнов Европейской части СССР.

Артезианские бассейны: I — Урало-Тиманский, II — Валдайско-Тиманский, III — Прибалтийский, IV — Белорусско-Польский, V — Днепровско-Донецкий, VI — Воронежско-Курское поднятие, VII — Ульяновско-Саратовский прогиб, VIII — Куйбышевское заволжье, IX — Причерноморская впадина, X — Прикаспийская впадина, А — Украинский кристаллический массив, Б — Урал, В — Донецкий каменноугольный бассейн, Г — Закавказье

ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ О ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ

Понятие «гидрогеологический район» само по себе неопределенно и беспредметно. Когда представляешь себе карту гидрогеологического района, то всегда связываешь его с определенными гидрогеологическими элементами, вложенными в определенные пространственные рамки. Гидрогеологический район — чего? каких гидрогеологических элементов? выраженный в каком масштабе?.. Гидрогеологическое районирование есть прежде всего естественноисторическое районирование и как таковое должно в основном выражать закономерности пространственного распределения тех или других природных элементов. Подземные воды можно районировать по самым разнообразным признакам или по сочетаниям признаков. Не надо забывать только, что подземные воды, как и другие геологические объекты, например объекты, изучаемые минералогией, петрографией, палеонтологией и другими науками, распределяются не только на поверхности земли, но и в ее недрах. Совершенно ясно, что развивать идеи составления различных карт, например элементов географии растений или почв, или элементов географии подземных вод, следует по-разному.

Можно считать прочно установленным положение, что принципы районирования грунтовых и межпластовых вод и, как частный случай последних — артезианских вод во многих отношениях должны быть различными. Вторым основным положением приходится признать то, что нельзя мыслить районирование без учета масштаба той карты, той топографической основы, на которую накладывается гидрогеологический материал, долженствующий иллюстрировать районы распространения тех или иных гидрогеологических элементов. Имеет смысл районировать на топографических основах мелкого масштаба (менее 1:1 000 000) только большие площади, например Европейскую часть СССР, Среднюю Азию и т. д. Это будет районированием в первом приближении. Крупные части этих территорий, например Днепровско-Донецкую впадину, Каракумы, Ферганскую котловину, следует уже районировать на топографических основах 1: 500 000—1: 200 000, углубляя конкретность районирования; и, наконец, если нужно районировать детально отдельный участок, выделенный в особые границы, в особый «подрайон» на предшествующей карте, то это можно сделать на топографической основе еще более крупного масштаба (1:100 000 — 1:10 000).

Гидрогеологические элементы, которые должны составить так называемую «нагрузку» карты районов, могут быть очень разнообразны и трактовка их у различных авторов может быть различной. Так, например, А. Н. Семихатов и Б. Л. Личков районировали Европейскую часть СССР в отношении артезианских вод. Б. Л. Личков выделил на своей картосхеме «бассейны артезианских вод», в то время как А. Н. Семихатов показал по существу «районы фактического использования» артезианских (и вообще глубоких) водоносных горизонтов различного геологического возраста. В результате получились две различные картосхемы, весьма родственные между собой. Границы районов-бассейнов Б. Л. Личкова очень удобно накладываются на карту А. Н. Семихатова (кое-где, конечно, имеются расхождения, объясняющиеся недостаточной полнотой фактического материала).

Изменяя, укрупняя основу, можно было бы районировать артезианские горизонты в каменноугольных отложениях Подмосковной впадины, например по количеству горизонтов, развитых в том или ином участке распространения карбона (ведь надо же учитывать то, что под Москвой, например, количество водоносных горизонтов верхнего карбона меньше, нежели в Калинине). Ту же Подмосковную впадину можно районировать с точки зрения общего количества артезианских горизонтов на отдельных

участках впадины. Наконец, можно и на площади распространения отдельного артезианского горизонта выделять по какому-либо признаку участки (районы): участки формирования подземного стока (питания), участки расщепления водоносного горизонта на ярусы и т. д.

Гидрогеологическое районирование грунтовых вод столь же разнообразно и потому «в общем виде» столь же неопределенно и беспредметно. В. С. Ильин, выделив районы-зоны грунтовых вод на карте масштаба 1:2 520 000[1], составил карту и более крупного масштаба (1 : 1 000 000), на которой в пределах зоны неглубоких оврагов выделил ряд участков-районов по типам грунтовых вод. Однако и для этого масштаба не все участки одинаково освещены за отсутствием достаточного материала. Так, северо-восток области остался в значительной степени не расчлененным в силу отсутствия данных для этого. При наличии соответствующего материала на этой же площади можно было бы провести районирование и по другим признакам, например по глубине залегания грунтовых вод, или по характеру и степени их минерализации, или по удельной водоотдаче грунтов и т. д.

В приведенных примерах мы имеем применение последовательно двух стадий районирования; так сказать, районирования в первом и во втором приближении. В первом приближении районирование проведено по положению комплекса — климат, геоморфология, литология; во втором приближении комплекс упрощен — климат исключен. В дальнейших стадиях еще более детального районирования «нагрузка» может быть еще более упрощена; но значительно более конкретизирована: мы будем оперировать уже не только с качествами, но и с количествами.

В нижеследующей схеме сведены изложенные выше соображения о принципах районирования подземных вод.

На картосхемах масштаба менее 1 : 1 000 000	На обзорных картах масштаба 1:1 000 000 — —1:200 000	На детальных картах масштаба 1:100 000 и крупнее
А. Принципы районирования грунтовых вод		
Зоны (пояса) грунтовых вод	Районы (по качественным показателям)	Районы (по количественным показателям)
1. Климат	1. Геоморфология	1. Характер водосодержащих пород
2. Геоморфология	2. Характер водосодержащих пород	2. Характер вод
3. Литология		
Б. Принципы районирования межпластовых вод		
Бассейны межпластовых вод	Водоносные серии (по качественным показателям)	Водоносные горизонты (по количественным показателям)
1. Структура	1. Стратиграфия	1. Литология (характеристика водосодержащих пород)
2. Стратиграфия	2. Литология (характеристика водосодержащих пород)	2. Водоносность (поровые, трещинные и другие воды).

Указанные схемы районирования носят условный характер и не являются предписанием определенного способа оперирования фактическим материалом в пределах данного масштаба. На практике, несомненно, чаще всего будут иметь место случаи, когда исследователь будет располагать разнородным и разнообразным по полноте и точности фактическим материалом, что,

[1] Эта карта впервые была опубликована в первом издании БСЭ в масштабе еще более мелком.

конечно, вызовет различную ценность характеристик отдельных участков района.

Вышеприведенная схема иллюстрирует то положение, что гидрогеологическое, как и всякое другое естественноисторическое районирование может и должно разрабатываться в строгом соответствии с масштабом той топографической основы, которой располагает исследователь, и тем фактическим материалом, который накоплен по данной территории.

О ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ СССР

Следует принять во внимание весьма неравномерную изученность СССР не только в гидрогеологическом, но и в геологическом отношении, наличие опубликованных гидрогеологических монографических сводок только для сравнительно немногих ее районов, а именно: для Подмосковного, Русско-Украинского, Причерноморского артезианских бассейнов и для Обь-Иртышского, Курского и Воронежского районов, при полном отсутствии таких сводок для грунтовых вод. В отношении изученности территорию СССР можно разбить на три части, из которых первая, гидрогеологически мало изученная, охватывает Дальний Восток, Сибирь и север Европейской части СССР, примерно до широты Вятских Увалов. Вторая часть, охватывающая юг Западной Сибири, Казахстан и Среднюю Азию, изучена сравнительно хорошо для первого приближения в отношении грунтовых вод, но мало изучена в отношении вод межпластовых. И, наконец, третья часть — центр и юг Европейской части СССР,— располагающаяся примерно к югу от Вятских Увалов, изучена довольно хорошо в отношении межпластовых (преимущественно артезианских питьевых) вод, но недостаточно — в отношении вод грунтовых.

Таким образом, при составлении сводных описаний всей территории СССР, так же как и при составлении гидрогеологических карт территории, мы стоим перед трудностью проведения единого масштаба описания или картирования: то, что хорошо укладывается в какой-либо принятый масштаб для одной части СССР, не вмещается или, наоборот, оказывается слишком незначительной нагрузкой для другой его части.

В литературе сложилась традиция: гидрогеологическое описание делать раздельно для Европейской части и для Азиатской части СССР; при этом как бы существует общепринятое соглашение, что для Европейской части следует давать в первую очередь подробные описания межпластовых (артезианских) вод и в общих чертах излагать сведения о грунтовых водах, подразумевая под этим преимущественно воды, залегающие в антропогеновых покровах этой части страны. Что же касается Азиатской части, то здесь как бы признается общепринятым описанием подземных вод «вообще».

* * *

Первоначальной мыслью при составлении данной работы было описание естественноисторических регионов как в отношении грунтовых, так и в отношении межпластовых вод Европейской и Азиатской частей СССР. Однако при дальнейшей работе оказалось, что имеется большая диспропорция между материалом по «грунтовым водам» и материалом по «межпластовым водам» для каждой из частей территории СССР. Обильные сведения по межпластовым (артезианским) водам Европейской части Союза значительно преобладают над скудными сведениями о грунтовых водах. Что же касается

Азиатской части, то здесь сведения о межпластовых водах крайне ничтожны относительно огромных территорий как в области распространения вечной мерзлоты, так и в области пустынь. С другой стороны, изучены более или менее полно межпластовые (артезианские) воды, представленные в Средней Азии весьма своеобразным типом их — именно напорными водоносными горизонтами области подгорных шлейфов, геологически выраженных так называемыми сухими дельтами. Что же касается артезианских бассейнов в собственном смысле слова, то они в Азиатской части СССР устанавливаются пока в подавляющем большинстве случаев схематично, и то для сравнительно небольшого числа мест. Так, более или менее определенно устанавливаются очертания мелких артезианских бассейнов — Карагандинского, Барнаульского, Копинского, Кзылкумского и некоторых других; на Дальнем Востоке и в Восточной и Западной Сибири артезианские бассейны изучены весьма слабо.

Настоящая книга—лишь первая часть задуманной автором работы. Она включает описание подземных вод лишь Европейской части СССР. Подземные воды Азиатской части СССР являются предметом описания второй части. В данной книге выделяются три раздела:

I. Грунтовые воды.

II. Межпластовые воды.

III. Примеры распределения грунтовых и межпластовых вод на территориях неплатформенного типа.

Во второй части будут помещены сведения о подземных водах Сибири, Дальнего Востока, Казахстана и Средней Азии. Подземные воды области вечной мерзлоты, фактически распространяющиеся и на север Европейской части территории СССР, по существу являются особой провинцией грунтовых вод Азиатского континента.

Проведение зонального принципа выделения грунтовых вод на территории Азиатской части СССР встречает большие затруднения в связи с чрезвычайным своеобразием этой страны.

Раздел I

ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ

I. ЗОНАЛЬНЫЕ ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ

1. Наиболее северная **зона грунтовых вод «типа тундровых»** захватывает довольно большие пространства по Печоре и Северной Двине и уходит в пределы Карелии. Ее южная граница проходит от Ладожского озера, через Онежское, к верховьям Северной Двины и далее к Уралу (см. рис. 1). По другую сторону Урала южная граница этой зоны спускается до широты г. Сургута и на востоке упирается в Енисейское нагорье. Полоса развития грунтовых вод является полосой избыточного увлажнения. Количество атмосферных осадков здесь около 300 мм в год. В более северных частях, в области полуострова Канина и в других местах, оно падает до 250 мм в год и по существу близко к величине осадков пустынного климата. Но хотя осадков здесь меньше, чем на юге, например на берегах Черного моря, где они достигают 350—400 мм, здесь наблюдается избыточное увлажнение, что объясняется низкой годовой температурой, обусловливающей малую испаряемость: испаряется не больше половины осадков, а на поверхностный и подземный стоки остается около 150 мм.

Поверхностный и подземный стоки здесь затруднены по двум причинам: страна очень плоская, низменная, антропогеновые покровные породы представляют материковые суглинистые отложения (на крайнем Севере развиты отложения морских трансгрессий). Суглинки континентального характера представляют собой дериваты моренных глин и довольно плохо проницаемы для воды. Поэтому болота находятся не только в пределах низин, речных террас, но и на междуречных пространствах, имеющих характер плоских водоразделов, сложенных суглинками. Благодаря последнему обстоятельству в результате даже не очень большого количества осадков скопляются обильные грунтовые воды, зеркало которых часто выступает на поверхность земли.

С точки зрения геоботанической эта зона может быть разделена на два пояса.

Северный пояс — низовья рр. Печоры, Мезени, Северной Двины, Онеги — носит название тундры в географическом и геоботаническом смысле. Вместе с тем это также полоса распространения в Европейской части СССР вечной мерзлоты, придающей гидрогеологическим условиям Крайнего Севера значительное своеобразие. Она безлесна, покрыта торфяниками. Изредка встречаются кустарники и карликовые березы. Покровные толщи междуречий в литологическом отношении довольно однообразны. Эта область пересекается Тиманом, который в рельефе почти не выражен: только в разрезах речных долин выявляется его складчатая, горная

структура. Тиман представляет собой междуречье. Стекающие с него в сторону Печоры реки рассекают его до противоположного склона. Приподнятость рельефа обусловливает в занятой Тиманом полосе уменьшение заболоченности, как вследствие лучшего стока поверхностных вод, так и вследствие лучшей водопроницаемости покровных элювиальных щебенчатых образований.

К западу от Урала описываемая полоса по существу делится на восточную часть — Большеземельскую тундру и западную — Малоземельскую тундру. К западу от Тимана рельеф такой же плоский, но количество речных долин большее.

На Кольском полуострове, где под почвой залегают кристаллические породы, отмечают каменистую тундру, в отличие от восточной болотистой. Каменистая тундра — область азональных трещинных вод. Здесь остатки горных сооружений вносят некоторое разнообразие в рельеф тундры и в условия формирования грунтовых вод.

Такова приблизительная характеристика той части зоны, которая представляет собой тундру геоботаников.

Южнее развит пояс лесных массивов, который к востоку от Урала носит название тайги. К западу от Урала этот термин редко применяют, но по существу это преимущественно хвойные таежные леса, которые тянутся далеко к югу, а на севере отделяются от тайги полосой криволесья (см. рис. 5).

Северная окраина этого пояса плоская, как тундра, но абсолютные отметки здесь выше. От нулевой отметки Приморья абсолютные высоты возрастают в сторону водораздела рек, текущих на север в Белое и Баренцево моря, на запад — в Балтийское море и на юг — в бассейн Волги. В этой области леса уже занимают пространства, близкие к перевалам. В рельефе сказывается наличие овражков, которые развиваются слабо и переходят в лога, представляющие собой своеобразный тип расчленения поверхности, в небольшой степени обеспечивающий питание рек как поверхностным, так и подземным стоком. В северной окраине зоны хвойных лесов имеют место такие же условия развития и накопления грунтовых вод, как и в тундре. Это полоса криволесья.

Здесь в любом месте, на высоких и низких местах, грунтовые воды близки к поверхности земли, и там, где затруднен сток, развиваются болота как в долинах, так и на междуречных пространствах. Междуречные пространства плоски, водоразделы наметить трудно. На этих плоских междуречных пространствах, почти между всеми реками, стекающими в разные стороны, имеются во́локи (водораздельные места, по которым в старину приходилось тащить лодки волоком по земле, чтобы попасть в соседний водоток). Поднимаясь вверх по реке, можно увидеть, что она становится все более узкой, мелкой и превращается в ряд омутов, между которыми узкой лентой тянется вода, и, наконец, в самом верховье трудно решить, течет ли вода в реке — иногда кажется, что движения в ней нет. Характерно для описанного плоского рельефа обильное насыщение почвы водой — воде некуда стекать, относительная влажность воздуха высокая, а плоские водораздельные пространства сложены плохо фильтрующими породами.

О режиме грунтовых вод описываемой зоны данных нет.

Для качества воды характерны три момента, о которых уже упоминалось: первый — чрезвычайно ничтожный плотный остаток, около 0,1 г/л; второй — довольно большое количество органических соединений, получившихся из гумусовых соединений в заболоченных пространствах; и третий — большое участие в плотном остатке кремнезема.

Если пройти некоторое расстояние от устья вверх по реке, то можно встретить заболоченные пространства, с которых собираются грунтовые воды, окрашенные в коричневый цвет. Вода имеет кисловатый и вяжущий вкус, который придают ей органические и железистые соединения.

Наличие органических кислот вредно для здоровья, они вызывают желудочные заболевания. Поэтому такие грунтовые воды с практической точки зрения очень неблагоприятны для водоснабжения.

Однако в местах, где имеются отложения хорошо фильтрующих послеледниковых перемытых песков, вода получается чистой и прозрачной, с минимальным количеством плотного остатка и без органических веществ. Но и на песках иногда развиваются болота. Там, где содержится довольно большое количество органических веществ в почве, покрывающей пески, выщелоченные органические вещества, соединяясь с полуторными окислами железа и марганца, дают соли, которые цементируют пески и образуют водоупорные пласты, называемые ортзандами и ортштейнами. Вода скапливается над последними в покрывающих песках и вызывает заболачивание, образование торфяников, а дальше следует нормальный процесс обогащения воды органическими соединениями.

О соответствующих грунтовых водах Западно-Сибирской низменности сведений нет.

Ко времени составления В. С. Ильиным его схемы зональности грунтовых вод сведений о распространении вечной мерзлоты в области Европейской и Сибирской тундр и северной полосы тайги почти совершенно не было, если не считать беглых замечаний отдельных путешественников, посетивших этот край еще в половине прошлого века (А. Миддендорф — 1843 г.; К. Бэр — 1855 г.) . Только в 1930 г. появилась первая обстоятельная работа о вечной мерзлоте в бассейне Печоры, принадлежащая Б. Н. Городкову. По фактическим данным этого автора, южная граница вечной мерзлоты проходит примерно по широте устьев рр. Адзьвы и Роговой. Мощность вечной мерзлоты определена на угольном месторождении Тельбеса в 25 — 27 м, а на месторождении Воркуты — около 30 м.

Глубина оттаивания грунта зависит от его литологического состава, как показано в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика глубины оттаивания грунта в зависимости от его литологического состава (в см)

Автор	Местность	Литологический состав толщи		
		песок	глина	торф
Танфильев	Между рр. Мезенью и Печорой	150	125	35—40
Керцелли	Среднее течение р. Адзьвы . .	100—200	60—120	30—60
Городков	Вблизи месторождения Воркуты	—	100	30—50

При копании колодца в селении Ниедзели-Бом, близ устья р. Адзьвы по словам жителей, было обнаружено два слоя мерзлоты — первый на глубине 142 см, мощностью 106 см, и второй на глубине 356 см в песчано-глинистом грунте с валунами, не пройденный до конца.

По М. И. Сумгину [82], граница вечной мерзлоты в бассейне Печоры проходит южнее, чем это указывает Б. Н. Городков [16]; на Кольском по-

луострове эта граница проходит по его осевой части, причем здесь развита только островная мерзлота. В бассейне же Печоры можно различать: 1) полосу сплошной неглубоко залегающей вечной мерзлоты в минеральных грунтах; 2) полосу островной мерзлоты в минеральных грунтах и сплошной — в торфяниках; 3) полосу островной мерзлоты в торфяниках.

К сожалению, гидрогеологические условия в районах вечной мерзлоты этого края мало выяснены.

Следует принять во внимание то, что за последние десятилетия произошло резкое потепление климата с севера Европы, со стороны Баренцева моря, и достигающее температуры около 5—6° (среднегодовая). Южная граница вечной мерзлоты имеет тенденцию отступания на север.

Это несомненно представляет причину деградации вечной мерзлоты в бассейне Печоры, отмеченную Б. Н. Городковым.

2. Зона высоких грунтовых вод Севера (по В. С. Ильину) располагается южнее зоны грунтовых вод типа тундровых.

Этот термин указывает на то, что грунтовые воды близки к поверхности земли, но они залегают все же глубже, чем в предыдущей зоне.

Термин «высокие грунтовые воды» встречает со стороны некоторых геологов возражения.

Зона высоких грунтовых вод Севера захватывает водораздел Волги и Северной Двины. В бассейне рр. Ветлуги и Керженца, занимающем низменное пространство, грунтовые воды типа «высоких вод Севера» спускаются до самой Волги. Вся описываемая полоса располагается на склонах, направленных на юг и на север; здесь лучше обеспечен сток, так как уклон междуречий значительно больше, чем в области тундр. В связи с увеличением уклонов местности нарастает живая сила речных вод и их эрозионная деятельность. Количество осадков, которое на севере составляет около 250—300 мм, здесь достигает 400—500 мм в год. Правда, здесь несколько более высокая температура, и теоретически считается, что испаряемость увеличивается; но не нужно забывать, что леса регулируют сток, облегчают инфильтрацию, а количество осадков здесь превышает испарение. Неглубокая овражная сеть достаточна, чтобы вызвать на междуречьях понижение уровня грунтовой воды: на междуречных пространствах она залегает на глубине 1,5—2 м от поверхности.

Всякое понижение здесь становится местом развития болота. Но если впадин нет, то от водораздела по склонам развиваются мелкие овражки. Таким образом, количество заболоченных пространств уменьшается. Вследствие дренажа уровень грунтовых вод понижается, качество их меняется в сторону улучшения: уменьшается количество органических веществ, и вода в природных условиях, вне искусственного загрязнения, становится пригодной для питья (кроме мест, где имеются обширные заболоченные пространства). Даже на глубине от 1,5 до 2 м вода пригодна для питья в сезоны, когда нет дождей. В период осенних дождей вся толща напитывается водой, и в колодцах в этот сезон уровень воды лежит близко к поверхности земли.

В зоне высоких грунтовых вод Севера специальных гидрогеологических исследований грунтовых вод проводилось мало. Немногочисленные наблюдения показали, что зональные грунтовые воды мало обильны. На междуречьях, где они приурочены к покровным суглинкам, количество воды, которое можно извлечь из колодца, редко достигает в сутки около 1800 л. Поэтому зональная грунтовая вода не привлекала внимания в смысле обеспечения не только крупного городского, но и сельского водоснабжения и в связи с этим изучалась в ничтожной степени. Зона высоких грунтовых вод Севера целиком попадает в лесную зону геоботаников.

О режиме грунтовых вод описываемой зоны почти ничего не известно. В «Справочнике по водным ресурсам СССР» [79] приводятся эпизодические данные Сектора подземных вод ЦНИГРИ о режиме грунтовых (но без указания, зональных или азональных) вод Вологды. Средний уровень этих вод на 26 мая 1925 г. был на 0,48 м ниже поверхности земли. Всего было зарегистрировано 199 точек, среди которых с крайними замерами: 23 точки—с водой на уровне земли и 11 точек—с водой на глубине от 1,0 до 1,51 м. Средний уровень грунтовых вод на время с 27 февраля по 3 марта 1926 г. был на 5,92 м ниже поверхности земли. Измерены 123 точки. Колебания снижения уровня грунтовых вод от 4,3 до 10,8 м. Для выяснения зависимости уровня грунтовых вод от метеорологических данных были сделаны систематические наблюдения над 18 колодцами с 9 июня по 23 октября 1926 г., которые как будто бы подтвердили влияние температуры и осадков на режим грунтовых вод, особенно первой. Одно и то же количество осадков при различной температуре не одинаково отражается на уровне грунтовой воды. Однако, как именно отражается, в названном «Справочнике» не указано.

Зона высоких грунтовых вод Севера на западе переходит в бассейны Западной Двины, Днепра, захватывая все Полесье — область лесов, болот по Припяти и ее притокам и т. д. На всем этом пространстве режим и характер грунтовых вод одинаковы. Количество осадков в Приднепровье значительно большее — около 650 мм в год. Хотя здесь средняя годовая температура более высокая и испарение интенсивнее, но питание и залегание зональных вод такие же, как и на северо-востоке этой зоны. Район этот интересен в том отношении, что пески придают местности особый характер. Там, где они занимают более низкие места, они заболочены, и здесь издавна велись мелиоративные работы. На повышенных же местах пески переходят в сыпучие массы дюнного характера. Эта полоса, представленная графически на карте, режет систему зональности. Зоны в основном имеют широтное распространение, а эта полоса развита по меридиану. Таким образом, мы имеем иную комбинацию ведущих факторов, которая обусловливает распространение зоны далеко на юг и срезание трех последующих зон, примыкающих к ней с востока.

По качественным показателям зональные грунтовые воды Полесья близки к тем, что имеются к северу от Волги. В грунтовых водах содержатся и органические вещества. Этот тип грунтовых вод неблагоприятен для целей водоснабжения. Поэтому водоснабжение мелких поселений обычно основывают на речных водах, крупных поселений и городов — на глубоких артезианских водах. В некоторых случаях для целей водоснабжения выискивают специальные участки, в которых развиты более или менее очищенные, пресные, лишенные органических веществ азональные грунтовые воды.

Химический состав подземных вод Северного края, охватывающего описываемые выше две гидрогеологические зоны, изучен совершенно недостаточно. При этом обыкновенно изучались источники, имеющие практическое (промышленное или бальнеологическое) значение и чаще всего представляющие выход на дневную поверхность не грунтовых, а межпластовых вод. Еще меньше изучены режим минерализации по сезонам года и связь гидрохимических процессов в поверхностных и подземных водах. Совершенно провизорно (П. Т. Иванов [33]) выделяют в Северном крае шесть областей, описание которых схематично в связи со скудостью имеющихся литературных указаний.

1) Подземные воды Карелии и Кольского полуострова отличаются прозрачностью, ничтожной концентрацией солей и отсутствием органических соединений, так как они приурочены к поясу

выветривания изверженных и метаморфических горных пород или же к хорошо промытым ледниковым образованиям. Для этих вод характерны карбонатная жесткость до 3—4° и наличие железа. Нередко наблюдается присутствие меди, никеля и многих редких элементов. В болотных районах прибавляются гуминовые соединения и увеличивается количество железа, а в карстовых областях увеличивается количество карбонатов кальция. С Онего-Двинского водораздела сюда приходят воды гипсовые, доломитовые и содовые.

2) Область пермских отложений характеризуется хлоридными грунтовыми водами, причем в районах Тотьмы, Леденги, Сольвычегодска содержится значительно меньше калия, по сравнению с натрием, нежели в Приуралье (Соликамск). Галитовыми водами богаты верхняя и средняя части бассейна р. Ваги и верхняя часть бассейна р. Пинеги. Количество сульфатов магния и кальция нарастает по направлению с юга на север.

3) Карстовая область рр. Онеги и Ваги характеризуется наличием в подземных (и поверхностных) водах, кроме гипса, кальцита и доломита, также повышенного содержания железа (марганца?) и сероводорода. Подземные воды выносят столько железа и сероводорода, что уже с места их выхода по течению ручьев и рек, и в проточных озерах, имеются отложения железа (озерная руда), серы, колчеданов и целестина.

4) Бассейн Печоры выделяется в особый гидрохимический район совершенно произвольно, так как не только о грунтовых, но и о поверхностных водах мало сведений. Отмечается лишь совершенно необычный для природных вод состав нефтяных вод, а именно: отсутствие в последних сероводорода и исключительно высокое содержание хлористого бария. Но это относится к межпластовым водам края.

5) Область вечной мерзлоты характеризуется чрезвычайно медленным ходом распада органических веществ и процессов восстановления. Здесь можно ждать, при крайне слабой концентрации солей в грунтовых водах, наличия гуминовых веществ и закиси железа.

6) Область западных склонов Северного Урала и Пай-хоя отличается значительными уклонами, жесткими горными породами, преобладанием физического выветривания над химическим и очень небольшой заболоченностью; это позволяет думать о том, что в отличие от области вечной мерзлоты, при крайне малой концентрации солей, здесь отсутствуют гуминовые вещества и закись железа в грунтовых водах.

3. Грунтовые воды зоны неглубоких оврагов. К югу от зоны высоких грунтовых вод Севера располагается бассейн Волги. Эта область представляет собой обширное понижение, по центральной части которого протекает Волга, а по склонам — ее притоки: Тверца, Молога, Шексна, Кострома, Унжа, Ока, Сура, Свияга. Это пространство по сравнению с описанными выше зонами характеризуется большими уклонами. Абсолютные отметки Волги на этом пространстве около 90, 80, 60 м, тогда как на окаймляющих реку бортах — Северных Увалах, Валдайской и Средне-Русской возвышенностях — они достигают 300 м. Разность высот большая, а склоны довольно короткие, уклоны относительно крутые.

Благодаря большому количеству осадков и большим уклонам имеет место более развитая овражная сеть. Глубокие овраги здесь обычное явление. Заболоченные междуречные пространства играют второстепенную роль. Благодаря дренажу грунтовых вод, только в редких случаях, в последних наблюдается содержание органических веществ. Воды на глубине 3—4 м от поверхности земли; иногда можно наблюдать значительную жесткость воды (плотный остаток до 1 г/л за счет бикарбоната кальция).

Водораздел Волги и Северной Двины сложен моренными образованиями. Это плотная глина буроватого оттенка с валунами; глина слежавшаяся, водоупорная, покрытая с поверхности элювием, а на склонах делювием. На южном борту бассейна Волги, в бассейне Оки, моренная толща играет незначительную роль. Здесь овражистость более интенсивна. По северному борту бассейна Волги наблюдается этажное строение морен, которые перемежаются с прослоями валунных песков; в основании морен лежат предледниковые пески или коренные породы (мезозой или палеозой). Этажность строения морен — довольно своеобразный фактор, который имеет влияние на развитие грунтовых вод.

В южной части зоны не наблюдается этажности морен. Здесь часто используют грунтовые воды зонального характера для нужд местного (колодезного) водоснабжения, и они играют бо́льшую роль по сравнению с северными зонами, так как население здесь более густое.

В этой зоне грунтовые воды лежат на междуречьях неглубоко, хотя они и дренируются оврагами. Последние нередко вскрывают коренные породы, особенно в долинах рек, так что здесь питание рек грунтовыми водами существенно. Песчаные прослойки, разделяющие морены, развиты неравномерно: то это пласты мощностью до нескольких метров, то тонкие прослойки до нескольких сантиметров, а то они и совсем исчезают. Морены различаются только по разному цвету и плотности: верхняя морена более рыхлая, кирпично-красного цвета, нижняя — буроватого оттенка и более плотная. Если плоскость разделения цветов морен наблюдать на большом протяжении, то можно видеть, как постепенно она переходит в песчаную линзу или же в песчаный прослой.

Обыкновенно в толще морены песчаные линзы представляют собой водоносные участки, которые, в зависимости от размера, не одинаковы по количеству воды; иногда они значительны. Так как пески перемыты, качество воды в линзах хорошее. В этих условиях сущность разведки заключается в том, чтобы отыскать межморенные песчаные линзы. Никакой закономерности в их распределении нет. Нередко на сравнительно коротких расстояниях колодцы обладают различными разрезами.

Можно ли отнести такой водоносный горизонт к типу грунтовых вод? Над ним и под ним водоупорная толща. Такие водоносные горизонты не типично грунтовые, но их нельзя также отнести и к артезианским, так как это случайные линзы. Эти горизонты представляют особую категорию — они приурочены к определенным условиям развития водоносных толщ, связаны с поверхностными образованиями и являются особой (азональной) разновидностью, некоторым исключением. Они сохраняются в категории «грунтовые воды» с оговоркой их особого характера.

В этой зоне выделяется ряд своеобразных районов. Впервые В. С. Ильин (рукопись 1924 г.) более или менее подробно разобрал гидрогеологические условия Центральной промышленной области (по старому административному делению). Характеристики гидрогеологических условий отдельных районов этой зоны вкратце приводятся ниже; при этом имеются в виду лишь грунтовые воды.

Клинско-Дмитровская гряда тянется от г. Дмитрова на восток до Переславль-Залесского и Юрьев-Польского, на запад — до границ Калининской области. В западной оконечности эта гряда делится на два отрога, из которых один протягивается в направлении железнодорожной линии Москва — Ржев, а другой — в направлении к Можайску. В основном гряда сложена морскими осадочными напластованиями, к которым приурочены межпластовые воды. Покровными породами здесь являются антропогеновые образования, в основном типа морены, а также и

различных ее дериватов, развитых в большом разнообразии на протяжении гряды. Межпластовые воды распространены вдоль всей гряды, но местами в связи с особенностями рельефа отдельные водоносные горизонты приближаются к дневной поверхности и, таким образом, представляют возможность использовать их как типичные грунтовые воды данного края. Но чаще эти воды залегают довольно глубоко от поверхности. Обычно грунтовые воды приурочены к антропогеновым отложениям, но в некоторых случаях антропогеновые отложения, даже достигающие большой мощности, не имеют в себе воды. Таковы, например, имеющие мощное развитие валунно-глинистые толщи, не содержащие песчаных прослоек и в силу этого совершенно безводные. В пределах Клинской гряды подобные явления нередки, так как здесь ледниковые образования моренного типа развиты значительно. На этих участках, лишенных грунтовой воды, водоупорная моренная толща обусловливает возможность устройства прудов и копаней. Устройство колодцев в этих условиях представляет довольно большие затруднения, так как глубина их часто должна быть значительной в зависимости от мощности моренного покрова, который нередко превышает 20—30 м. Поэтому, естественно, население использует воду копаней или же прудов, содержащихся далеко не в идеальных санитарных условиях, или воду рек.

На пространстве между Клином и Дмитровом особенно типично выражена моренная толща ледниковых отложений. Восточнее Дмитрова в строении гряды приобретают довольно большое значение валунно-песчаные отложения. В районе западных отрогов хорошо развиты покровы элювиальных и делювиальных суглинков — дериватов морены.

В. С. Ильин генетически связывает с Клинско-Дмитровской грядой два гидрогеологических района: Волоколамский район и район так называемого Суздальского ополья.

Волоколамский район — это район развития озерных лёссовидных суглинков, в нижней части имеющих ленточное строение и подстилаемых водоносными среднезернистыми и мелкозернистыми кварцевыми песками. Южная граница этого района проходит по подъему на Клинско-Дмитровскую гряду сравнительно близко от железнодорожной линии Москва — Ржев. Северная граница находится примерно на параллели г. Старицы. К западу и востоку эта граница спускается на юг и смыкается с южной границей, придавая несколько линзовидные очертания этому району. Грунтовые воды здесь приурочены главным образом к песчаной толще. В лёссовидных суглинках вода накапливается только в сезоны, богатые жидкими осадками, причем насыщена бывает лишь нижняя часть этих суглинков.

Район, располагающийся к востоку от г. Александрова и от г. Юрьев-Польского, захватывающий на востоке гг. Суздаль и Владимир, известен под именем Суздальского ополья. Здесь характер лёссовидных суглинков и песков, подстилающих последние, несколько иной. Лёссовидные суглинки обыкновенно представляют делювиальные покровы, а подстилающие их пески имеют довольно много валунов; местами делювиальные суглинки налегают непосредственно на моренные глины. В последнем случае незначительные водоносные горизонты приурочены к контакту лёссовидных делювиальных суглинков и подстилающей толщи морены.

Между Клинско-Дмитровской грядой на юге и Волгой на севере располагается обширная пониженная область, в которой развиты огромные болотные массивы, связанные с водами рр. Дубны, Нерли, Сестры, Яхромы и др. Это область развития мощных азональных болотных и аллювиальных вод. На всем пространстве района грунтовые воды залегают очень близко к дневной поверхности. Некоторые

вариации в характере водоносных горизонтов связаны прежде всего с литологическим составом антропогеновых образований, которыми эта низина заполнена. Пересекающие низину реки только в меженное время интенсивно дренируют низину, питая ее водой в паводки и половодье.

Такого же типа низина наблюдается и северо-восточнее. Здесь находится Переяславское Заболотье и далее пониженная местность, которая простирается в сторону Костромы. Отсюда эта низина протягивается к северу вдоль по долине р. Костромы. Эта полоса вклинивается языком в Волоколамский район и делит его примерно на равные части — западную и восточную.

Далее следует район высоких вод Калининской области. Этот район охватывает как более или менее повышенные междуречья, так и пониженные пространства. Влияние дренажных систем местных рек распространяется на незначительное расстояние, так что междуречные пространства слабо дренированы. На севере границей этого района являются отроги Валдайской моренной гряды, выступающие на восток и северо-восток от г. Вышнего Волочка и наблюдаемые отдельными возвышенными пятнами к югу от г. Красного Холма.

Район конечных морен к югу от Красного Холма. Грунтовые воды здесь имеют весьма беспорядочное распределение. Встречаются грунтовые воды болотного типа и воды, залегающие довольно глубоко, что стоит в связи с особенностями литологического состава и структуры морены. Этот район грунтовых вод является более или менее «среднехарактерным» по развитию грунтовых вод в других районах этой зоны. Он распространяется на юго-восток до Арзамаса и Ардатова, а на юге охватывает область, прилегающую к Калуге, Рязани, Шацку.

На западе между отрогами Клинско-Дмитровской гряды располагается Можайская низина, также сложенная лёссовидными суглинками. От волоколамских ленточных суглинков лёссовидные суглинки Можайской низины отличаются тем, что они более перемыты, часто более или менее обогащены песком и даже включают прослойки и линзы песка. По-видимому, южный отрог Клинско-Дмитровской гряды в начале голоцена подпирал воды р. Москвы и ее притоков, образуя обширный водоем. Позднее, когда река разработала себе долину и водоем был ликвидирован, в результате наступившей новой эпохи размыва произошло перемывание песчаных и лёссовидных отложений. Грунтовые воды не распределяются здесь так правильно, как в Волоколамском районе; они приурочены к песчаным прослойкам и дают непостоянные, залегающие на различной глубине и не всегда достаточно надежные, мелкие водоносные горизонты — линзы.

Непосредственно к югу от г. Москвы располагается район Подольского плато. В основном плато сложено каменноугольными известняками, перекрытыми юрскими отложениями; в некоторых пунктах предполагается наличие меловых отложений. Эти породы в свою очередь перекрыты сплошным, но не особенно большой мощности, покровом антропогена. Речные долины и глубокие овраги врезаются в коренные отложения и дренируют их, так что по существу родниковые воды данного района принадлежат к типу выклинивающихся (нисходящих) межпластовых вод. В антропогеновых отложениях, представленных преимущественно покровными суглинками, грунтовые воды развиты очень слабо. Они непостоянны, обладают резкими колебаниями уровня, часто пересыхают. А так как суглинки, содержащие воды, довольно влагоемки и обладают ничтожной водоотдачей, то и расходы колодцев здесь ничтожны.

К востоку и северу от Подольского плато располагается Мещер-

ская низменность. Это пониженная область, которая начинается примерно у Мытищ, проходит через Ногинск, расширяясь к Орехово-Зуеву, на юг до Егорьевска и протягивается затем до Владимира и в сторону Рязани. Здесь граница ее проходит по Оке, почти от Коломны до Касимова. От последнего пункта граница низменности поворачивает к северу, а затем, возвращаясь на запад, проходит немного южнее Владимира. Мещерская низменность также является областью развития болотных и аллювиальных вод. Эта низменная местность может быть охарактеризована как богатая высокими грунтовыми водами, потому что и на плоских междуречных пространствах грунтовые воды здесь весьма близки от дневной поверхности.

Такой же характер высоких вод имеет и пониженная Нижнеокская область, лежащая к востоку от Оки, начинающаяся от устья р. Мокши и направляющаяся дальше за г. Муром. Долина Оки связывает этот район с подобным ему районом, лежащим к северу от Оки в сторону Горького. Западную часть этого района составляет Балахнинский болотный массив.

Правильность очертаний зоны грунтовых вод неглубоких оврагов нарушается тем, что на юго-западе и западе ее огибает и ограничивает зона высоких грунтовых вод Севера. На северо-востоке в зону неглубоких оврагов широкой полосой вдается область с условиями, характерными для зоны высоких грунтовых вод Севера, располагающаяся на левом берегу Волги. Эта территория отличается тем, что на обширных плоских междуречных пространствах рр. Унжи и Керженца и по их течению интенсивно развиты аллювиальные и болотные воды.

С юга очертания описываемой зоны деформированы направленным на север выступом, на котором развиты воды, характерные для зоны глубоких оврагов черноземных пространств; крайними пунктами этого выступа являются: на севере Тула, на западе Белев, на востоке г. Сапожок. Восточнее Сапожка эта зона спускается острым клином далеко к югу, в бассейн Цны, почти достигая верховьев этой реки.

Как видно из предыдущего описания районов, из вод азональных в пределах зоны грунтовых вод неглубоких оврагов развиты преимущественно воды аллювиальные и болотные.

Среди аллювиальных вод можно выделить две разновидности, из которых одна приурочена к площадям развития древнеаллювиальных толщ, а другая — к современному аллювию. Первая группа азональных грунтовых вод обычно более обильна; качество вод и той и другой групп вполне удовлетворительное.

Болотные воды распространены как в области конечно-моренного, так и донно-моренного ландшафтов, которые характеризуются тем, что более или менее водоупорная моренная глина залегает непосредственно под почвой. В связи с изобилием мелких изолированных понижений отдельные болотные массивы здесь представляют иногда совершенно обособленные единицы, на высоких элементах рельефа. Болота располагаются также и в понижениях рельефа, представляющих древние аллювиальные долины, иногда занятые песчаными образованиями, как например некоторые участки Ногинского района, Мещера и т. д. Иногда к этим песчаным образованиям приурочены и второстепенные водоразделы. В отличие от болот первого типа, которые питаются почти исключительно за счет атмосферных осадков, эти области в своем режиме и питании теснейшим образом связаны с грунтовыми аллювиальными водами.

Наибольшие площади распространения болотных вод образуют полосу, которая протягивается от Калинина к Клину, Дмитрову, Переславль-За-

лесскому, Ростову, Костроме, Любиму и Бую. Другая, менее обширная полоса тянется от Мытищ, соединяет долины Клязьмы и Оки с балахнинским болотным массивом.

4. Зона грунтовых вод глубоких оврагов. Эта зона располагается в виде полосы, вытянутой с северо-востока от низовьев Камы в сторону левых притоков Днепра, Десны, Сейма, Псёла. Постепенно расширяясь сначала с северо-востока на юго-запад, примерно до долготы Тамбова, далее к западу эта зона резко увеличивается, достигая максимальной ширины между Тулой и Белгородом.

В геоморфологическом отношении эта зона характеризуется как зона интенсивно растущих глубоких оврагов, которые в некоторых районах представляют собой весьма отрицательный фактор, выводящий из строя обширные пространства пахотных земель. Рост оврагов имеет в этой зоне местами настолько катастрофический характер, что еще в дореволюционное время существовали специальные гидротехнические отряды по борьбе с развитием и ростом оврагов.

Покровные толщи этой области представлены преимущественно легкими суглинками, которые при эрозии обычно дают каньоновидные формы оврагов. При этом овраги вскрывают не только эти толщи, но местами сравнительно глубоко врезаются и в коренные породы. Вследствие этого здесь имеет место интенсивный дренаж грунтовых вод овражными системами. В оврагах родники иногда имеют ярусное расположение, так как нередко здесь вскрываются не только грунтовые, но и нисходящие межпластовые воды. Интенсивный дренаж вызывает значительное погружение зеркала грунтовых вод, резкие сезонные колебания их уровня и значительное нарастание их минерализации в связи со значительным удлинением путей фильтрации воды. Грунтовые воды междуречных пространств, приуроченные к суглинкам, носящим характер лёссовидных, бывают не только жестки, но нередко и солоноваты; обычно расходы их весьма невелики и могут удовлетворять только потребности небольших индивидуальных хозяйств.

В более южных частях этой зоны грунтовые воды на междуречьях нередко приурочены уже к коренным породам, так как эта зона в некоторой части охватывает также и область, лишенную моренных покровов; в этом случае, например, грунтовые воды полтавских песков представляют иногда довольно существенный водоносный горизонт. Из азональных вод здесь развиты воды карстовые, приуроченные к девонским отложениям, развитым в области правых притоков верхнего течения Дона, а также воды древнеаллювиальных толщ, например, по течению Дона в районе Воронежа, бассейнах рр. Суры, Сейма и Псёла.

5. Зона грунтовых вод овражно-балочной полосы. Эта зона представляет собой полосу, протягивающуюся от Днепра до Южного Урала. В Приднепровье она простирается приблизительно от Запорожья на юге до Кременчука на севере, причем ее южная граница, несколько склоняясь к северо-востоку, проходит до Сталинграда, откуда направляется вначале вдоль Волги до низовьев Иргиза, а затем, несколько севернее последней реки, на Оренбург. Северная граница проходит примерно несколько севернее Белгорода, далее к верховьям Хопра, затем несколько южнее Пензы в сторону Ульяновска и по Каме до устья Чусовой. Эта полоса обладает по сравнению с предыдущими уже меньшим количеством осадков, более пологими уклонами местности, интенсивным испарением — факторами, обусловливающими снижение эрозионной деятельности поверхностных вод, ведущими к замиранию оврагов и к появлению типичных логов-суходолов или балок, что и дало повод В. С. Ильину назвать эту зону овражно-балочной. Почти на

всем протяжении зона залегает уже вне пределов ледникового языка. Покровные толщи на междуречьях представлены лёссовидными суглинками, иногда приобретающими черты типичных лёссов (украинские лёссы); в области крутых речных склонов овраги нередко развиваются достаточно интенсивно, но на междуречьях они замирают и наблюдаются хорошо развитые типичные формы балок.

На междуречьях грунтовые воды залегают обычно на довольно большой глубине—некоторые степные колодцы имеют глубину более 20 м. Минерализация грунтовых вод довольно резко нарастает, преимущественно за счет сульфатов, иногда за счет хлоридов. По балкам, где грунтовые воды лежат значительно ближе к поверхности, часто встречаются выцветы солей.

Из азональных вод в пределах этой зоны имеют значение воды современных аллювиальных отложений Днепра, Дона, Волги, Камы и древнеаллювиальных отложений в пределах долин этих рек. Кроме того, в некоторых местах наблюдаются и карстовые явления, то выраженные сравнительно слабо, как например на Самарской Луке, то, наоборот, развитые чрезвычайно интенсивно, как это имеет место на территории к югу от Чусовой до Стерлитамака, захватывающей все Уфимское плато.

6. Зона грунтовых вод балочной полосы. Эта зона располагается к югу от предыдущей, причем она выражена по разному: а) на пространстве, прилегающем к Черному и Азовскому морям, и б) в области Прикаспийской впадины.

В Причерноморье основной формой водотоков, лежащих вне пределов больших речных долин (Молочной, Кундрючьей и др.), являются балочные формы; овраги приурочены только к крутым склонам речных долин, они короткие и далеко от реки не продвигаются. Балки имеют довольно плоскодонные формы, но в рельеф врезаны иногда довольно глубоко, на 25-30 м и более, в особенности на пространстве между Доном и Днепром. Чем ближе к Черному морю, тем балки становятся более широкими и менее глубокими, хотя у самого Черноморского побережья опять встречаются глубоко врезанные формы балок, как например балки района Одессы. Покровная толща на этом пространстве представлена лёссовидными суглинками, достигающими иногда значительной мощности. Коренные породы, подстилающие лёссы (обыкновенно палеогенового возраста в северной части зоны и неогенового в южной), иногда представлены песчаными фациями. В этом случае грунтовые воды иногда залегают на глубине нескольких десятков метров. Как правило, грунтовые воды этой области солоноватые и соленые. В редких случаях, в особенности в области, примыкающей к Азовскому морю, они пригодны для питья. Над грунтовыми водами развит многометровый пояс мертвого горизонта («зона аэрации» у американских авторов).

Южная граница этой зоны, проходящая по Крыму и Предкавказью, довольно неопределенна; по-видимому, ее надо проводить в Крыму по северной окраине всхолмленных предгорий, в Предкавказье — несколько южнее Кубани (там, где она имеет широтное направление) и далее по Ставропольскому плато, примерно до полосы пятигорских лакколитов.

Прикаспийская часть этой зоны довольно существенно отличается по характеру своих грунтовых вод от Причерноморской. Здесь имеется, во-первых, довольно большое количество бессточных мелких котловин, то постоянно заполненных водой, то представляющих только сезонные озера. Во-вторых, по характеру климата это типичная полупустыня которая в своих южных частях носит черты пустыни. Количество осадков колеблется около 200—250 мм в год. Испаряемость превышает 1500 мм. Лето отличается отсутствием осадков, климат носит резко выраженный конти-

нентальный характер. Местность расчленена логами, которые, в отличие от причерноморских, при очень большой ширине сравнительно мало врезаны в рельеф. Грунтовые воды обычно обладают высокой минерализацией и часто непригодны не только для питья и орошения, но и для водопоя; в значительной мере здесь используются для питьевых целей не грунтовые, а межпластовые воды. Эту зону характеризует наличие ряда самосадочных галитовых озер.

Из азональных вод в этой области развиты грунтовые воды солончаков, грунтовые воды заболоченных плавней и, наконец, грунтовые воды в барханных скоплениях, которые существуют как в низовьях Терека и Кумы, так и в низовьях Волги, особенно на пространстве между Волгой и нижним течением Урала. Кроме того, своеобразное влияние на жизнь грунтовых вод оказывают в некоторых районах этой области очень широко развитые соляные структуры, которые, по-видимому, обусловливают подпитывание грунтовых вод рассолами. Высказываемое некоторыми авторами предположение, что грунтовые воды могут подпитываться также восходящими рассолами с больших глубин из перми, карбона, а может быть, и девона,— пока еще фактами не обосновано.

II. АЗОНАЛЬНЫЕ ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ

Азональные грунтовые воды имеют весьма широкое распространение, они достаточно разнообразны, а гидрогеологическое значение их очень различно. В основном эти водоносные горизонты нередко являются существенными коллекторами грунтовых вод. Некоторые из них представляют значительный интерес вследствие своей водообильности и хорошего качества вод, и часто используются в широком масштабе для целей водоснабжения. Другие, наоборот, представляют для развития народнохозяйственного строительства большие затруднения и требуют применения ряда мелиоративных мероприятий.

В. С. Ильин в своем перечне азональных вод упоминает следующие их типы.

1. Болотные воды; 2. Воды конечных морен; 3. Аллювиальные воды; 4. Воды древнеаллювиальных и флювиогляциальных образований; 5. Трещинные воды (в трещиноватых жестких породах); 6. Карстовые воды; 7. Воды солончаков, развитые не только в аридной зоне, но даже в зоне вечной мерзлоты.

1. Болотные воды распространены преимущественно в областях избыточного увлажнения; ими богаты северные зоны грунтовых вод. Болота в этих районах приурочены не только к долинным областям, но и к междуречьям. Площади, занимаемые отдельными болотами, достигают огромных размеров; эти пространства в течение большей части года совершенно непроходимы; только в те сезоны, когда поверхность их скована льдом, они представляют собой области, по которым возможно движение в любых направлениях, в остальное же время они недоступны даже для людей, хорошо знающих эти районы.

Отрицательное народнохозяйственное значение болотных вод настолько велико, что они еще в дореволюционное время осушались. Из районов, которые еще в дореволюционное время особенно интенсивно были охвачены подобными мероприятиями, а следовательно и изысканиями, связанными с проектированием этих мероприятий, надо отметить район правобережных притоков Днепра в бассейне Припяти и известные на юге Западной Сибири заболоченные пространства (Бараба, Кулунда). В этих районах

изыскания и связанные с ними мелиоративные мероприятия были наиболее широко осуществлены. Помимо этого производились осушительные работы и в целом ряде других мест, которые охватывали почти весь бассейн Днепра и верхней Волги, а также бассейн рек, впадающих в Ладожское озеро и в Финский залив.

В послереволюционное время мелиоративные работы были в значительной мере усилены, а осушительные мероприятия в Западной Белоруссии и на Украине дали новый толчок к изучению этих пространств и проведению новых изысканий. В этом направлении уже многое сделано. Однако, помимо тех областей, которые затронуты интенсивными мелиоративными изысканиями и мероприятиями, болота распространены еще очень широко на Севере. До последнего времени они не привлекали достаточного внимания вследствие малой населенности территории; тем не менее в целом ряде мест, например в низовьях Мезени, на Печоре и в других местах, уже проведены некоторые мероприятия для осушения довольно крупных пространств, в целях их освоения. Большое значение для освоения пространств, лежащих к востоку от Северной Двины, имеет проведение железнодорожной трассы Котлас — Воркута и Архангельск —Воркута.

Среди заболоченных пространств особняком стоят пространства так называемых плавней, разбросанных в пределах нашей страны в областях, где явления заболачивания в общем часто отсутствуют. Так, например, можно отметить плавни низовьев Кубани, Волги и других рек, дельты которых представляют собой интенсивно заболоченные пространства. Основное, что отличает пространства плавней от болотных массивов, располагающихся в пределах северных гидрогеологических зон, заключается в том, что в последних заболоченность обусловлена преимущественно факторами климатическими (избыточным увлажнением, атмосферными осадками) при наличии соответствующих геоморфологических и литологических условий, тогда как в плавнях преобладают явления гидрологического порядка. Режим плавней полностью зависит от режима соответствующего водотока, в дельте которого плавни развиваются.

В дореволюционное время плавни почти совершенно не привлекали внимания мелиораторов. В настоящее время в пределах плавней ведутся гидрогеологические исследования и гидротехнические изыскания; в некоторых местах плавни уже в значительной степени осушены и освоены.

В связи с различными условиями питания заболоченных массивов и природа их различна. Заболоченные массивы Севера являются аккумуляторами атмосферной влаги и основными областями питания рек, берущих в районе их развития свое начало, тогда как в области плавней мы имеем дело с явлением заболачивания, которое находится в весьма тесной связи с гидрологическим режимом данного водотока, где идет явление обратное предыдущему, а именно — питание плавней за счет реки. Отсюда и задачи гидрогеологического изучения заболоченных массивов и плавней разнятся друг от друга: при изучении режима болот приходится прежде всего учитывать режим источника питания, а затем уже выявлять те дополнительные факторы, которые содействуют возникновению и развитию заболоченных пространств.

2. Воды конечных морен имеют широкое развитие в той части нашей страны, которая подвергалась оледенению и в которой сохранились до настоящего времени в большей или меньшей полноте отложения ледниковых покровов. Вследствие неоднократного оледенения нашей страны ледниковые образования имеют чрезвычайно большую сложность. Ледник, до известной степени приспособлявшийся к рельефу страны, во многих случаях активно на него воздействовал, в результате чего имеют место многочислен-

ные случаи залегания моренных отложений во впадинах различного происхождения, а именно: во впадинах, имеющих доледниковый характер, и во впадинах, которые представляют собой, несомненно, впадины выпахивания (экзарации) ледником. Отложения ледниковой эпохи в последнее время подвергаются тщательному изучению со стороны их генезиса, литологии, географического распространения, а также с точки зрения их водоносности. В сводной работе по водоносности ледниковых отложений Л. П. Нелюбов (рукопись 1938 г.) приводит ряд примеров весьма сложного залегания подземных вод в областях накопления ледниковых образований. Так, например, он отмечает своеобразные условия развития ледниковых отложений в Волхово-Ловатьской низменности, поверхность которой характеризуется рядом впадин, возможно доледникового происхождения. Впадины эти выполнены озерно-ледниковыми породами. Основными из них в пределах этой низменности он считает впадины Холмскую, Ильменскую и Грузинскую. Абсолютные отметки поверхности этих впадин колеблются около 20—25 м, тогда как абсолютные высоты поверхности окружающего их плато около 100 м.

Так как перечисленные впадины выполнены довольно мощными толщами ледниковых и послеледниковых образований, то коренные породы здесь должны залегать значительно ниже уровня моря.

Впадины с поверхности сложены ледниковыми отложениями.

Ледниковые отложения этого района расчленяются следующим образом:

а) В основании залегают предледниковые древнеозерные пески, до 14 м мощности, встреченные в отдельных пунктах этой области.

б) На предледниковых песках залегает древняя морена, настолько разрушенная последующими оледенениями, что она встречается в виде линз незначительной мощности, обыкновенно меньше 1 м.

в) Выше следуют межморенные пески, выступающие иногда в обнажениях берегов рек, мощностью до 5 м.

г) Следующая по возрасту морена встречается также не в виде сплошного покрова, а в виде отдельных островов в пониженных частях рельефа коренных пород и достигает мощности 8 — 9 м.

д) Межморенные пески, а частью и глины с наземной фауной встречаются также линзами в доледниковых впадинах; мощность их довольно резко колеблется — от 2 до 20 м.

е) Наконец, морена последнего оледенения представляет сплошной покров в пределах этого района; нередко в этой морене встречаются линзы и пропластки песка, разделяющие ее на несколько как бы обособленных толщ.

Очевидно, что при столь сложном строении толщи моренных отложений водоносный горизонт в ней точно так же должен отличаться своей невыдержанностью. Л. П. Нелюбов (там же) выделяет для этого района:

а) три вида «верховодки»: 1) в аллювиальных отложениях, залегающих на ленточной глине или на морене; 2) в озерных покровных песках и ленточной глине; 3) в покровных флювиогляциальных песках на морене;

б) воды озовых отложений;

в) воды в песчаных разностях ленточных глин;

г) внутриморенные, межморенные и подморенные воды, которые по своей природе стоят уже близко к понятию межпластовых вод и нередко обладают значительным напором;

д) воды в песках и известняках девонских отложений там, где эти коренные породы либо выходят на поверхность, либо залегают под покровом водопроницаемых образований.

При невыдержанности водоносных ледниковых отложений в пределах

района встречаются самые разнообразные комбинации перечисленных выше водоносных горизонтов.

Особенно велик район обширных мощных накоплений ледниковых образований, распространяющихся от Сухоны на северо-востоке до верховьев Днепра и Западной Двины на северо-западе, где эта область упирается в так называемый Валдайский уступ. Так, например, в районе Минска мощность ледниковых отложений достигает 127,5 м; в районе Полоцкой низины — около 90 м; в районе г. Валдая — около 100 м; в Ростовско-Костромской низине (район г. Ростова) — около 100 м. Последний район довольно тщательно изучался и в геологическом и в гидрогеологическом отношениях. Ниже излагается схема антропогеновых отложений этого района, предложенная Л. П. Нелюбовым:

1) Предледниковые флювиогляциальные образования (древний подморенный, главным образом песчаный, горизонт).

2) Нижняя морена (основная морена древнего, Миндельского оледенения).

3) Межморенные, главным образом флювиогляциальные, образования (нижний межморенный горизонт на участках распространения трех морен).

4) Средняя морена (основная морена максимального, Рисского оледенения).

5) Межморенные, главным образом флювиогляциальные, образования (верхний и основной межморенный горизонт).

6) Верхняя морена (основная морена Поздневюрмского оледенения).

7) Флювиогляциальные образования, представленные песками (зандровые и другие флювиогляциальные песчаные образования водораздельных участков), и покровные безвалунные суглинки.

8) Древнеаллювиальные образования, в которых выделяются:

а) маломощный покров древнего аллювия на верхней морене (верхневолжская низина),

б) древний аллювий Молого-Шекснинской и Ростовско-Костромской впадин.

9) Послеледниковые и современные, главным образом аллювиальные, отложения.

В гидрогеологическом отношении указанная область обладает некоторыми особенностями. Главная из них — довольно широкое, хотя и неповсеместное распространение водообильного горизонта. Этот водоносный горизонт не представляет собой в гидрогеологическом отношении вполне обособленного горизонта в связи с тем, что указанные выше толщи нередко имеют незначительное распространение, иногда выклиниваются на сравнительно небольших пространствах. Межморенный водоносный горизонт иногда представляет собой комплекс пластов межморенных образований (см. пп. 3 и 5), когда эти толщи бывают слиты в одно целое вследствие отсутствия средней морены. Точно так же сложные комплексы представляют как надморенный, так и подморенный водоносные горизонты.

Из этих комплексов наиболее распространенным и наиболее доступным является надморенный водоносный горизонт. Он отсутствует только на резко холмистых, пересеченных участках.

Внутриморенный, или, как его иногда называют — интраморенный, водоносный горизонт часто представляет собой водоносные линзы песков. Он развит повсюду, однако самые водоносные линзы нередко имеют случайный характер, что весьма затрудняет его разведку. Глубина этого горизонта самая различная, в одних местах он залегает сравнительно близко от поверхности, в других — на глубине 16—20 м и более.

Межморенный водоносный горизонт приурочен к пескам, залегающим между толщами морен — верхней и нижней; характерной особенностью его

является непостоянство гранулометрического состава водовмещающих пород и их мощности, что, конечно, отражается и на характере водоносности.

Подморенный водоносный горизонт имеет не очень широкое распространение, тип его распространения можно назвать островным. Водоносность этого горизонта обычно приурочена к средним и мелким пескам, обыкновенно хорошо отсортированным и, в отличие от вышележащих песчаных пластов, почти совершенно лишенным валунов. Этот горизонт преимущественно встречается в пределах понижений доледникового рельефа, которые могут совпадать также и с междуречными пространствами.

Качество вод из комплекса ледниковых отложений довольно разнообразно; как правило, это вполне пригодные для питья воды, однако надо иметь в виду, что морена обычно обогащена бикарбонатом кальция, а иногда магния и солями окиси железа. Поэтому нередко воды из ледниковых толщ имеют повышенную общую жесткость, достигающую иногда более 30°, и вместе с тем часто весьма железисты; иризирующие пленки в районе выходов источников из этих отложений представляют собой обычное явление. В заболоченных местах очень часто встречаются ржавые пятна, которые обусловлены точно так же присутствием солей железа. Иногда неприятный вкус воде придается именно железистыми солями. Наиболее благоприятны для водоснабжения воды, приуроченные к пескам, особенно в тех случаях, когда пески достигают более или менее значительной мощности.

Для характеристики ледниковой толщи приводим три разреза, заимствованных у А. И. Москвитина [58] (Калининская область).

В Мигаловском совхозе близ Калинина имеется скважина, заложенная со дна колодца глубиной в 15,5 м.

	Скважиной пройдено:	До глубины (в м)
	1. Старый срубовый колодец	15,5
Q_2	2. Глина серая с гравием	21,0
	3. Глина серая без гравия	24,0
	4. Глина красная с гравием	30,0
	5. Песок водоносный	35,0
Q_1	6. Глина коричневато-синяя	37,5
	7. Песок серый водоносный	40,0
	8. Песок валунный с гравием	43,75
C_2	9. Известняк слабый	45,0
	10. Глина голубая	46,40
	11. Глина мраморная красная с прослойками голубой	48,90
	12. Глина темно-коричневая	50,50
	13. Известняк слабый	51,0
	14. Известняк крепкий	54,30

	Скв. № 4 у ст. Хукопа. Абс. выс. 210 м	Мощность (в м)
Q_2	1. Пески мелкозернистые	4,2
	2. Пески с гравием	33,
	3. Пески крупнозернистые	23,1
Q_1	4. Ленточные глины	0,6
	5. Пески крупнозернистые	27,1
	6. Ленточные глины	2,4
	7. Песчаные глины	1,3
	8. Ленточные глины	2,6
	9. Торф	0,7
	10. Пески, глины, гравий	6,3
D	11. Девонские отложения	6,3
	Всего	77,9

Скв. № 76 близ д. Селищ. Абс. выс. 217,6 м

		Мощность (в м)
Q_2	1. Суглинок валунный	4,5
	2. Суглинок безвалунный	0,75
	3. Торф сильно глинистый	1,45
	4. Глина безвалунная серая	2,7
	5. Торф	6,53
	6. Песок валунный	13,52
	7. Глина безвалунная, песчанистая, светло-коричневая, известковая	12,55
	8. Песок мелкозернистый	2,1
Q_1	9. Суглинок валунный	14,6
	10. Песок мелкозернистый	7,6
	11. Глина с галькой и гравием	4,1
	12. Песок разнозернистый	9,15
	13. Суглинок валунный	33,65
D	14. Девонские отложения	1,8

3. Аллювиальные воды широко развиты в пределах всех водотоков, однако в зависимости от размеров последних они представляют либо более или менее крупные водоносные артерии, либо ничтожны по своему развитию. В пределах крупных водотоков аллювиальные отложения слагают террасы. Эти террасы узкими полосами распространены по долинам мелких рек. На Волге, например, на участке Углич — Рыбинск аллювиальная толща водоносна в основании песчаных отложений нижней надпоймы. В тех случаях, когда аллювиальные пески подстилаются какими-нибудь коренными песками, например, в бассейне Волги меловыми или юрскими, вода в аллювии нередко отсутствует и грунтовые воды находятся лишь в подстилающей песчаной толще. В пределах крупных речных долин аллювий достигает значительной мощности—50—75 м и более. В этих случаях строение его весьма сложно: здесь переслаиваются песчаные, гравелистые и глинистые фации аллювия, что дает большую пестроту в степени водоносности аллювиальных толщ. Нередко аллювиальные отложения с поверхности перекрыты делювиальными мелкозернистыми отложениями и почвой, скрепленной растительностью. В этих условиях нередко аллювиальные воды приобретают характер межпластовых вод: вода в аллювии в таких случаях часто находится под более или менее значительным напором; вскрытая буровыми скважинами, она фонтанирует. Такой случай был описан С. А. Добровым [22] в аллювиальной долине Яхромы, близ Яхромского опытного поля.

Как разнообразно водообилие аллювиальных отложений, так разнообразно и качество воды в них. В аллювии крупных водотоков встречаются обычно пресные питьевые воды хорошего качества. Однако в аллювиальных толщах мелких рек, обладающих заболоченными террасами, нередко грунтовые воды, подпитываемые из заболоченных пространств, приобретают качества болотных вод: желтоватую окраску, кислотность, повышенное содержание железа.

4. Воды древнеаллювиальных и флювиогляциальных образований. Эти образования нередко представляют мощные аккумуляторы большого количества грунтовых вод и обеспечивают очень значительный расход воды в каптажных сооружениях, заложенных в них. Водоснабжение на водозаборе из древнеаллювиальных и флювиогляциальных песков имеется в гг. Москве, Минске и ряде других пунктов. Для московского водопровода водозабор из флювиогляциальных и древнеаллювиальных песков происходит в древней долине р. Яузы — мелкого притока р. Москвы. Этот водозабор, к устройству которого приступили еще почти 150 лет назад, в настоящее время дает городу ежедневно до 30 000 м³ воды. Однако при использо-

вании вод из древнеаллювиальных отложений надо иметь в виду, что на поверхности водоносных толщ, так же как это было указано выше для поверхности аллювиальных отложений, могут быть заболоченные участки, в пределах которых нередко встречаются даже хорошо выраженные торфяные месторождения; в этих случаях режим вод в торфяных месторождениях и в древнеаллювиальных песках сопряжен, так как нередко торфяники подпитываются водами флювиогляциальных толщ. При интенсивном водозаборе из флювиогляциальных песков уровень воды в них понижается и, по мере роста депрессионной воронки, края ее могут достигнуть торфяных мес-

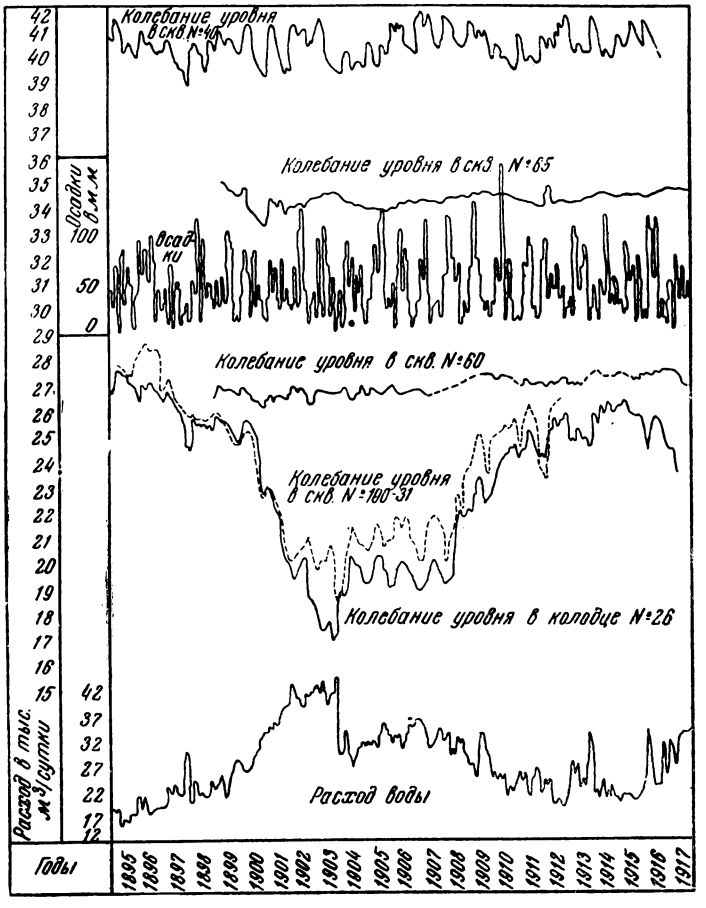


Рис. 7а. График среднемесячных колебаний уровней грунтовых вод в колодце № 26 и наблюдательных скважинах и расхода воды на мытищинском водопроводе г. Москвы с 1895 по 1917 г

торождений и в пределах последних вызвать понижение уровня грунтовых вод, а следовательно, их частичное осушение. Последнее обстоятельство приводит к резкому ухудшению качества воды из флювиогляциальной толщи. В пределах заболоченного пространства часто встречаются скопления конкреций пирита — результат сложных процессов органического разложения. При перемежающейся аэрации и затоплении пиритсодержащей толщи происходит интенсивное разложение пирита, ведущее к образованию растворимых сульфатов, которые и обусловливают ухудшение качества воды в

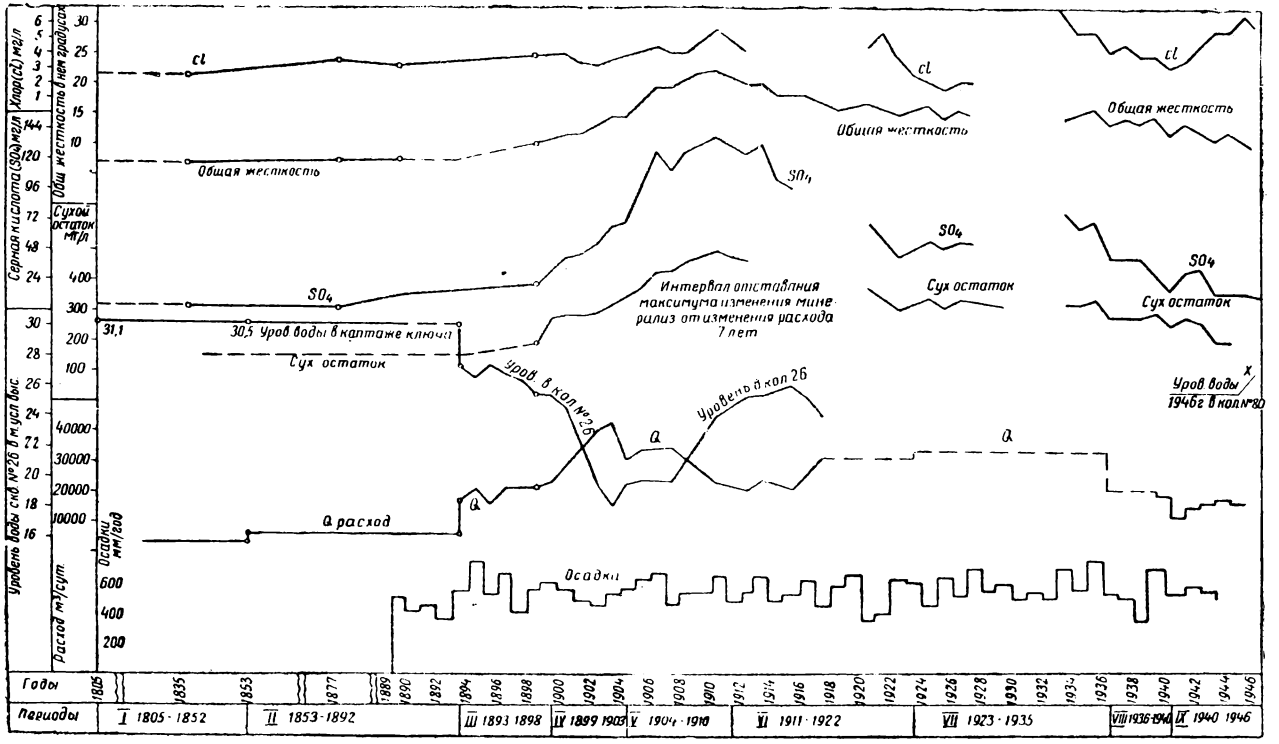


Рис. 7 б. Соотношения количества атмосферных осадков, расхода воды в м³/сутки в Мытищинском водозаборе, колебаний уровня воды в буровых скважинах в каптаже ключа и в колодцах № 26 и 20, изменений сухого остатка, общей жесткости, хлора и серной кислоты.

флювиогляциальных отложениях, так как в пределах депрессионной воронки устанавливается ток воды со стороны заболоченного массива к каптажному сооружению. В частности, подобное явление лимитировало расход мытищинского водозаборного района. Идеальная по качеству вода мытищинского водозабора по мере снижения общего уровня грунтовых вод (рис. 7 а, 7 б) приобрела высокую сульфатную жесткость, которая в буровых, расположенных вблизи торфяного месторождения, достигла свыше 60°.

Огромные пространства древнеаллювиальных и флювиогляциальных песчаных накоплений имеются в бассейне Днепра, как в его правобережье (Припять, Березина, Пина и др.), так и в левобережье (Десна). Широко развиты они и в бассейне Волги между Окой и Клязьмой (Мещора), по левобережным притокам Волги—Шексне, Мологе, Унже и др.; по Северной Двине, по Печоре, в бассейнах Суры и Алатыря (описанные А. П. Павловым алатырские боровые пески) и, наконец, мощные песчаные скопления распространены по Дону, Воронежу и другим рекам Воронежской области, так же как и по нижнему течению Днепра.

Во многих из перечисленных мест грунтовые воды древнего аллювия используются довольно широко. В подавляющем большинстве случаев они обладают вполне удовлетворительными питьевыми качествами, обильны, а часто даже имеют высокий напор, так как в песчаных толщах нередко наблюдаются более или менее выдержанные глинистые пропластки.

Описываемые песчаные толщи особенно водообильны, если они подстилаются коренными породами, обладающими напорными водоносными горизонтами; как пример можно указать район древнеаллювиальных песков р. Воронежа, подпитываемых девонскими водами.

5. Трещинные воды имеют большое распространение. Они встречаются всюду, где на поверхность выходят жесткие коренные породы, изверженные, метаморфические или осадочные. Обыкновенно каждая из перечисленных серий пород обладает своеобразной водоносностью. Так породы метаморфические, особенно глинистые, серицитовые, слюдистые сланцы и т. д. — наименее обильные водоносы. Объясняется это тем, что породы этого типа при выветривании дают мелкощебенчатую, богатую глиноземом массу, которая, как чехол, предохраняет массив от выветривания в глубину. Трещиноватость в таких породах распространяется на сравнительно небольшую глубину, причем размеры трещин довольно быстро уменьшаются. Поглощенные воды атмосферных осадков быстро проникают в зону выветривания, но так же быстро и стекают, давая нередко многочисленные мелкие родники непосредственно после снеготаяния или после обложных дождей. Источники с расходом до 1 л/сек в этих условиях представляют исключительную редкость; качество вод довольно разнообразно, но в общем всегда почти приемлемо для питьевых целей.

Изверженные породы, и в особенности глубинные, обладают гораздо более глубокой зоной выветривания. Трещиноватость в них распространяется нередко на 100 м и более. Продукты выветривания часто богаты растворимыми солями. Поэтому воды в пределах таких массивов обладают очень разнообразными свойствами; так, например, для Монче-тундры характерны в некоторых пунктах грунтовые и рудничные воды, содержащие в своем составе соли никеля и других металлов; в районе апатитовых месторождений в воде встречается фосфор; наконец, во многих случаях воды из подобных отложений богаты железом. Излившиеся горные породы — базальты, андезиты и др.— в смысле водоносности менее благоприятны и представляют как бы промежуточную серию горных пород, по водоносности располагающуюся между двумя вышеуказанными группами глубинных и метаморфических пород.

Совершенно особняком стоит водоносность пористых туфов-лав, какими, например, богато Закавказье. Эти породы благоприятны для поглощения атмосферных осадков и представляются очень хорошими аккумуляторами пресной мягкой воды. Они известны своими многочисленными родниками с обилием воды.

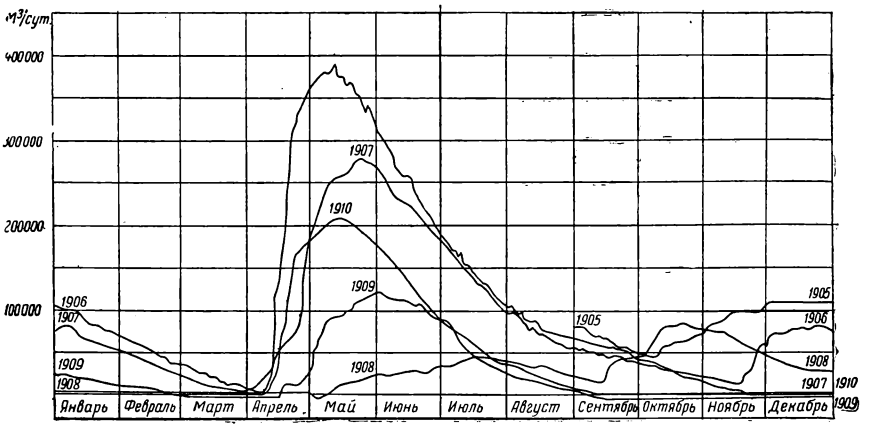


Рис. 8. Режим расхода родников в верховьях р. Пудости на силурском плато (по Н. Ф. Погребову)

В приводимых ниже описаниях гидрогеологических условий Украинского кристаллического массива, Урала и Закавказья излагаются некоторые данные для характеристики трещиноватых пород и трещинных вод.

6. Карстовые воды представляют весьма большой интерес. Они известны всюду, где распространяются известняковые породы (известняки, мел) или же гипсоносные толщи. Во многих случаях области распространения карста являются областями поглощения и накопления значительных масс подземных вод. Из районов, где карст приурочен к меловым отложениям, можно указать некоторые районы в Калужской, Ульяновской и Харьковской областях; в Жиздринском районе можно видеть типичные карстовые воронки диаметром иногда до 10 м и глубиной до 1—3 м, располагающиеся иногда по нормали к речной долине и представляющие своеобразный тип карстообразования в мелу. Здесь мел перекрыт не особенно большой толщей кремнистых глин, при выветривании дающей сравнительно мелкообломочный материал. Вследствие этого толща кремнистых глин хорошо пропускает воду, которая скапливается на поверхности мела, быстро насыщающегося водой и в то же время довольно хорошо размокающего и поддающегося суффозии; так как толща мела неоднородна, то суффозионные процессы разъедают его неодинаково. В местах, где в результате суффозии и отчасти выщелачивания образуются более или менее значительные полости, происходит проваливание в них покровной толщи более слабых кремнистых глин. Подобные явления существуют на юге Мордовской АССР, где точно так же меловые мергеля и мел перекрыты кремнистыми легко разрушающимися глинами.

Для районов гг. Волчанска и Купянска характерны местные землетрясения, зарегистрированные неоднократно в этих пунктах, но не отмечаемые сейсмографами в Харькове. Высказывается предположение, что эти землетрясения связаны с провалами в крупных полостях, существующих в мощных толщах развитого здесь верхнего мела. Меловой карст нередко питает обильные родники, расход которых достигает 10 л/сек и более, но чаще измеряется величинами до 0,5—2 л/сек. Вода обыкновенно обладает хорошими

качествами и широко используется для питьевых целей. Наблюдающаяся повышенная карбонатная жесткость не является препятствием для использования этой воды.

В известняковых массивах карст развит весьма разнообразно; карстовые источники то обладают сравнительно небольшими водосборами и представляют собой выходы вод весьма непостоянного режима, то расходы их весьма значительны и постоянны, то они временами почти иссякают, как это имеет место, например, в районе выходов источников у подножья силурского плато к югу от Ленинграда (рис. 8) . В других случаях источники обладают весьма постоянным количественным и качественным режимом. Это, несомненно, указывает на обширность водосбора, питающего такие родники, вследствие чего выравниваются все элементы их режима. Примеры таких родников не очень часты; как особенно характерный случай можно указать мощный родник Кара-Булак, располагающийся в предгорьях к югу от г. Китаба (УзССР). Здесь у основания известнякового обрыва берет начало арык, питающийся выходами воды из трещин известняка и характеризующийся почти постоянным расходом (около 1000 л/сек) и сравнительнн высокой постоянной температурой (около 17°).

Ниже приводятся примеры районов распространения грунтовых вод в закарстованных массивах известняков разного геологического возраста.

Карстовыми явлениями богаты южные районы Тульской области, изучавшиеся здесь В. А. Жуковым, А. С. Козменко и Ф. В. Лунгерсгаузеном [50]. Последний предлагает следующую классификацию этих явлеоий в данной области, давая им общее название «провальные образования»:

I. Провалы водораздельные	1) блюдца-озера 2) блюдца заболоченные
II. Провалы междуовражные (подводораздельные)	1) блюдца сухие 2) котлы 3) овальные впадины
III. Провалы овражные А. Донные: а) эрозионные, действующие	1) трещина 2) труба 3) воронка
$а_1$) заиленные	1) воронка-чаша
б) карстовые, действующие	1) труба 2) стакан 3) воронка (нормальная или опрокинутая)
$б_1$) заиленные	1) сухая воронка 2) озеро
в) прогиб дна	1) сухой
г) провал всего дна	2) озеро
Б. Донно-береговые	1) действующие 2) полуцирк
В. Береговые: а) нижнебереговые провалы	1) действующая воронка 2) действующая впадина 3) заиленная «ступень» 4) заиленное блюдце
в) верхнебереговые прогибы г) во весь берег провалы	1) впадина 2) воронка
Г. Провал лощины: а) действующий б) заиленный	1) цирк 2) озеро
Д. Лощина-провал	

Провалы иногда скучены без видимого порядка, но чаще они растянуты цепью по всему протяжению лощины, врезанной в известняковую толщу.

«Оригинален вид такой лощины: следуя вниз по ее течению, вы вдруг замечаете, что дно лощины начинает быстро понижаться, как бы уходит в глубину, а перед вами вырастает высокая стена, заслоняющая дальнейший путь,— перед вами край воронки. Вы осторожно пробираетесь по ее краю, взбираетесь на стену и тотчас же, или несколькими шагами далее, замечаете новый, еще больший, провал. В бассейне р. Локотцы, у западного конца с. Кологривова есть небольшая лощинка в поле, длиной с версту; в этой лощинке нами замечено 7 значительных воронок, по большей части — прожор[1], и 4 провала лощины» (Ф. В. Лунгерсгаузен). Цепи воронок и провалов нередко протягиваются симметричными линиями, намечая основные дислокационные линии.

Наличие прожор резко сказывается на эрозии овражных потоков: до встречи с прожорой всюду у лощины видны свежие следы размывающей и подмывающей работы потоков. Ниже прожоры лощина принимает вид спокойной балки с задернованными, устойчивыми берегами и дном. С понорами (прожорами) часто связаны выступающие ниже, нередко весьма обильные родники, иногда носящие названия «Гремучих ключей». «Мы слышали даже, что крестьяне одного села Чернского уезда поставили свой простой и остроумный опыт: они бросали отруби и мякину в ливневой ручей, находящийся в лощине верстах в двух выше села и исчезающий в имеющейся там прожоре, и ждали результатов опыта у устья этой лощины — ключевая вода (постоянно действующего родника.— *О.Л.*) вынесла им эту мякину. Здесь-то мы и находим ключ к познанию великого значения провалов в жизни местной природы» (Ф. В. Лунгерсгаузен). Это значение сводится в основном к возникновению «постоянных» родников, питающих речную сеть круглый год, а в общем случае — к резкому усилению поглощения осадков и к увеличению подземного стока.

Среди карстовых областей Советского Союза географически хорошо изученной является карстовая область горного Крыма, впервые описанная в работе А. А. Крубера [42] «Карстовая область горного Крыма» (1915). Однако в этой работе вопросам гидрогеологии карста уделено мало внимания. Специальное исследование гидрогеологии карста было произведено в 1927 г. П. М. Васильевским и П. И. Желтовым[2], которые дали довольно подробное описание подземных вод карстового района горы Чатыр-Даг. Учитывая большую важность карстовых грунтовых вод в водном хозяйстве горных частей Крыма, мы остановимся на описании этих вод подробнее.

Район карста горы Чатыр-Даг является наиболее важным в Крыму, так как именно он дает наибольшее количество источников, используемых как для водоснабжения, так и для орошения целого ряда площадей.

Основным водоупорным горизонтом Чатыр-Дага являются таврические сланцы, обладающие большой плотностью и водоупорностью; по-видимому, зона выветривания распространяется в них неглубоко. Почти все юрские породы представлены плотными разностями известняка и в большей или меньшей степени разбиты трещинами и закарстованы. В отличие от этого, меловые породы и образования антропогена представлены рыхлообломочными отложениями. Вследствие такого литологического сложения толщ Чатыр-Дага горизонтальная миграция вод приурочена главным образом к их основанию. Залегают эти толщи на таврических сланцах; водоносными являются то слои конгломерата, то трещиноватая зона

[1] Прожоры — это местное название поглощающих воду воронок — понор (*О. Л.*).

[2] Карст Крыма в последние годы изучался довольно подробно. В Крыму существует особая «карстовая режимная станция». Однако материалы последних лет еще не сведены в монографию.

низов известняков, то выветрелая поверхность сланцевых пород. Общий наклон всех пород, начиная от линии перевала, направлен на север, куда в целом движутся и подземные воды. Однако, достигнув Аянской синклинали, подземный поток направляется на северо-восток и, по мнению П. М. Васильевского и П. И. Желтова [8], подземные воды образуют род бассейна, выходом из которого является источник Аян.

На пространстве Чатыр-Дага различают следующие водоносные горизонты:

1) Воды в аллювиальных отложениях, представленных галечниками, питаются либо атмосферными осадками, либо подземными водами, выступающими в верховьях тех или других ложбин. Подземные потоки в аллювиальных долинах представляют собой особый тип, потому что они обладают своеобразным режимом и отличаются от других вод своими качествами. Они также дают изредка выходы на поверхность родниковых вод, впрочем мало обильных.

2) В меловых отложениях, занимающих на Чатыр-Даге небольшие пространства, подземные воды скопляются в ничтожном количестве. Полагают, что только в районе поселка Биюк-Джанкой более или менее водоносны так называемые «тавельские сланцы», содержащие прослойки слоистых песчаников. Питание этого водоносного горизонта происходит, повидимому, главным образом за счет осадков и, вероятно в меньшей степени, за счет подпитывания из нижележащих известняков и конгломератов. Для района меловых отложений отмечается ряд небольших родничков, дающих суммарно до 20 л/сек (по промерам в августе — сентябре 1915 г.).

3) Известняки верхней юры Чатыр-Дага обладают хорошей проницаемостью также и для воздушных течений, поэтому П. М. Васильевский и П. И. Желтов полагают, что при значительной амплитуде колебаний суточной температуры известняки имеют все данные для образования конденсационной влаги. Как вода атмосферных осадков, так и конденсационная вода достигает водоупорного ложа и движется по нему в направлении его уклонов. Очень редко наблюдаются скопления воды в самой толще известняка; обычно водотоки в нем приурочены к поверхности водоупорного ложа. На плато Чатыр-Дага указываются только два небольших родника с малым расходом, которые, располагаясь близ верхних частей Чатыр-Дага, в жаркие летние месяцы не пересыхают, что служит указанием на их питание за счет конденсации. Таким образом известняки Чатыр-Дага играют роль аккумулятора и проводника воды в вертикальном направлении.

4) Конгломераты, подстилающие известняки, сложены из галек известняка, кварцитовых песчаников, сланцев и, будучи сами по себе плотными и водоупорными, разбиты трещинами, по которым и передвигается вода. Конгломератам приписывается двойственное значение: во-первых, они иногда являются типичным водоносным горизонтом и, во-вторых, они в некоторых случаях только подводят воду по системе трещин до водоупорного ложа.

Конгломераты особенно развиты с западной стороны Чатыр-Дага, где лежат почти горизонтально или образуют пологую антиклинальную складку, ось которой примерно совпадает с долиной речки Тавельчук. В перевальной части Чатыр-Дага спокойное залегание конгломератов нарушается, и к этой тектонически разрушенной толще приурочены выходы целого ряда источников. Областью питания родников обыкновенно является западный край Чатыр-Дага, а также часть левого склона урочища Чумнох. К западному склону Чатыр-Дага относится один из довольно крупных

родников — Суат, вытекающий в подошве горы, как раз по линии большого взброса, направленного с севера на юг и прослеженного на довольно большом протяжении. Суат имеет умеренный расход.

5) Черные глинистые таврические сланцы в свежем виде очень плотны и водоупорны, но их кора выветривания рассыпается в мелкую щебенку и служит хорошим водоносом. Эти сланцы являются основанием, на котором возвышаются известняки Чатыр-Дага; выходы их располагаются по восточной, южной и западной сторонам Чатыр-Дага. Из таврических сланцев вытекает довольно много источников, областью питания которых служит массив Чатыр-Дага. Некоторые из этих источников довольно значительны. Так, около самого перевала, против отвесных обрывов восточного края Чатыр-Дага, в двух вершинах верхнего левого притока р. Ангары, носящего название Серна, вытекают наиболее крупные источники восточного склона Чатыр-Дага, средний годовой расход которых в 1914—1915 гг. составлял 10 л/сек. Вода этих источников захватывается небольшими канавами и отводится для орошения полей нескольких поселков. Область питания этих источников, по-видимому, значительна, чем и объясняется их постоянный расход.

На южном склоне также имеется ряд источников с довольно крупным расходом. Так, источник Бурчи используется для орошения. Выходы этого источника приурочены, по-видимому, к крупным трещинам в известняке.

Практически интересными являются источники Дагдан, Сурова и группа источников в верховьях речки Софун-узень. Последняя группа источников привлекает особое внимание потому, что представляет наиболее существенные водные ресурсы всего южного склона Чатыр-Дага. В вершинах оврагов, составляюших верховье р. Алмы, есть также большое количество родников. Эти родники, числом более 35, точно так же приурочены к большому взбросу, отмеченному выше у родника Суат.

Наиболее крупным родником Чатыр-Дага является родник Аян — главный источник р. Салгир. Родник выходит почти на уровне русла в правом склоне главного оврага. В естественном состоянии родник вытекал в гроте под скалой известняка, по трещинам; в настоящее время он каптирован бетонным бассейном, и вода выводится из него сифоном. Этот источник, по-видимому, питается главным образом за счет метеорных вод, однако и конденсационные воды могут здесь принимать некоторое участие. Достигнув водоупорного ложа, сложенного таврическими сланцами, инфильтрационные и конденсационные воды текут или в слое конгломератов, или в нижней части таврических известняков, или в выветрелой зоне сланцев, и направляются по естественному уклону на север. Здесь в Аянской синклинали происходит естественный подпор воды в таврических сланцах. По мнению П. М. Васильевского и П. И. Желтова, здесь можно предполагать наличие подземного водоема, из которого вода переливается под напором на поверхность и образует родник Аян. Таким образом, пути этого родника предопределены тектоническими особенностями Чатыр-Дага. Стационарные наблюдения в течение годового цикла производились в 1914—1915 гг., затем единичные замеры производились в 1927 г., причем нужно заметить, что 1926—1927 гг. относятся к засушливым годам, 1914—1915 гг.— к годам, обильным осадками.

Источник Аян описан в работе П. М. Васильевского и П. И. Желтова.

Интересной областью в отношении карстовых вод является У ф и м с к о е п л а т о.

Ширина Уфимского плато, в северной части исследованного на карст района, около 30 км; в южной, на параллели Месягутова, она доходит до 90 км. Преобладают абсолютные высоты поверхности около 325 м. Наивыс-

шая точка плато (верховья р. Б. Круша) 520 м, наинизшая (устье р. Юрюзани) 134,8 м. Область эта лежит в бассейне р. Уфы, наиболее крупной артерии края, и прорезается с юго-востока на северо-запад нижними течениями рр. Ай и Юрюзани. Остальные речки и лога, за немногими исключениями, сухи большую часть года и служат лишь для стока атмосферных и паводковых вод. Они весьма многочисленны и сильно расчленяют плато. Водоразделы второго и третьего порядков, большей частью плоские, очень круто обрывающиеся к долинам рек и логов, редко выпуклые. Долины главных рек глубокие, узкие, с крутыми, часто скалистыми склонами высотой 100—200 м, к которым на различных уровнях прислоняются террасы. Долины небольших речек и логов хорошо разработаны, быстро углубляются в верховьях, имеют плоское широкое дно, а также высокие, крутые, большей частью залесенные, реже покрытые голыми осыпями склоны высотой от 40—50 до 100 м и более в зависимости от степени удаленности от устья.

Климат центральной части Уфимского плато очень мало изучен, так как до недавнего времени здесь совершенно отсутствовали метеорологические станции. Амплитуда между средними месячными температурами июля и января превосходит 30°. Средняя годовая температура, по данным Месягутовской метеорологической станции, около 2°,1. Абсолютная влажность мало колеблется и изменяется вместе с температурой, достигая максимума в июле и минимума в январе, относительная же влажность наибольшая в декабре, наименьшая в мае или июне. Количество осадков от 400 до 500 мм, причем около 20% их выпадает в виде снега зимой, остальные в виде дождя главным образом в летние месяцы (48—50%). Наибольшее суточное количество осадков приходится на июнь и июль, наибольшее количество дней с осадками — на лето. Район относится к области влияния антициклонов, вызывающих ровную погоду без постоянных и сильных ветров. Совокупность климатических данных оказывается весьма благоприятной для питания карстовых подземных вод.

Сложено плато главным образом известняковыми толщами верхнего карбона мощностью более 600 м. Среди них выделяют, на основании литологических и палеонтологических данных, четыре горизонта, а в пределах последних — различные фации, слагающие их, охарактеризованные определенными комплексами фаун. Среди известняков можно выделить два основных литологических типа.

1) Известняки первого типа явно- и равномернослоистые, с мощностью отдельных прослоев большей частью в 30—50 см, весьма разнообразные по своему литологическому характеру, структуре, степени перекристаллизации, цвету. Можно различать целый ряд таких прослоев, начиная от чрезвычайно тонкозернистых, мергелистых разностей до крупнозернистых, часто нацело перекристаллизованных известняков.

2) Вторым основным типом являются массивные, реже толсто- и неясно-слоистые, светлые, весьма неоднородные известняки. Морфологически они очень характерны, устойчивы, образуют обычно скалистые, часто совершенно отвесные обрывы до 60 м высотой; на контакте с подстилающими их слоистыми известняками они дают характерные навесы до 2 м шириной, а при выветривании скалываются огромными чешуями по трещинам, образуя живописные столы-«пальцы» часто высотой в 30—40 м.

В исследованном районе наблюдается смена древних горизонтов более молодыми в направлении с юго-востока на запад и север. На размытой поверхности карбона, на разных его горизонтах, лежат пермские отложения (рис. 9). В пределах известнякового массива Уфимского плато были встречены только два нижних яруса этих отложений — артинский

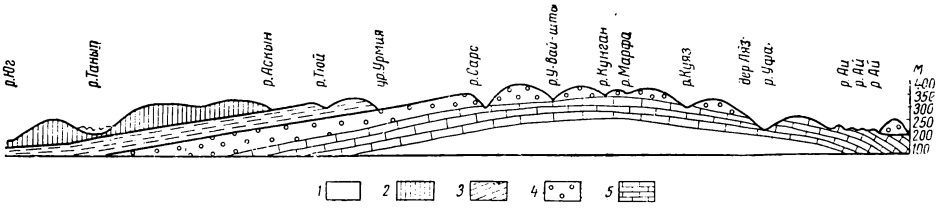


Рис. 9. Геологический разрез по линии р. Ай—р. Танып(по материалам Ф. Н. Чернышева составлен Е.Ф. Левиной):

1 — антропогеновые (аллювиальные) отложения; *2* — уфимский ярус: глинисто-песчанная красноцветная полосатая и пятнистая толща с подчиненным ей известняками и гипсами; *3* — кунгурский ярус: доломиты и доломитизированные известняки с линзами и прослоями гипса и ангидрита, изредка песчаника и конгломерата; *4* — артинский ярус: сланцы серые и черные глинистые и глинисто-известковые, переслаивающиеся известняками, песчаниками и конгломератами; *5* — верхний карбон: известняки

и кунгурский. Первый преимущественно представлен мергелистыми и тонкослоистыми известняково-доломитовыми, иногда несколько кремнистыми породами, обычно незначительной мощности, в несколько десятков метров; второй — массивными, сильно кавернозными доломитизированными известняками 40—60 м мощности.

На размытой поверхности верхнего палеозоя, выполняя углубления и сглаживая все неровности, залегает рыхлая осадочная толща, которая относится предположительно к верхнетретичному времени. Она представлена глинисто-песчаными отложениями, весьма непостоянными по своему литологическому составу и мощности. Неправильные прослои и линзы песка, глины или галечники самой разнообразной мощности выклиниваются на очень коротких расстояниях и переходят в породы совершенно иного состава. В местах более или менее значительного развития этой толщи наблюдаются очень характерные мягкие формы рельефа; склоны и дно долины заняты обычно лугами или весьма живописными небольшими березовыми рощами.

Наконец, самым верхним членом геологического разреза на водоразделах являются антропогеновые отложения, представленные большей частью суглинками до 2 м мощности или, гораздо чаще, небольшим, от 0,75 до 0,5 м, слоем суглинистой почвы.

В пределах крупных долин можно выделить четыре террасы, из которых две нижние —пойменная высотой 4—6 м и первая надпойменная высотой 8—10 м, сложенные рыхлыми аллювиальными отложениями, имеют для нас наибольший интерес. К этим террасам по крутым склонам спускаются значительные массы обломочного материала то в виде голых подвижных осыпей, то в виде осыпей, заросших лесом.

Подземные воды залегают глубоко, с чем связано безводие района, в особенности водораздельных частей. Несмотря на значительное количество осадков и благоприятные условия для их просачивания, геологическое строение района не допускает накопления подземных вод в значительном количестве близ поверхности.

По М. М. Толстихиной [85], трещинные и карстовые воды слоистых известняков верхнего карбона, представляющие в данном случае непосредственный интерес, характеризуются наиболее низкими температурами (от 4,2 до 6°,5 в среднем около 5°) в летние месяцы и весьма значительным дебитом (0,3—0,5 л/сек). Последний резко отличает их от аллювиальных ключей. Массивные известняки, описанные выше, совершенно безводны; ни одного выхода вод из этих пород не наблюдалось на всей площади плато.

Характерной особенностью карстовых вод является их приуроченность к одному определенному уровню, именно к уровню главных речных арте-

рий. Нигде не приходилось наблюдать выхода карстовых вод на склонах долин рек или логов; исключительно редко карстовые источники выходят на дне логов (лог Қаргаяш — 0,5 км выше устья, лог Башалы, лог Емаш). Выход карстовых ключей непосредственно из известняков наблюдался во многих местах в долине р. Юрюзани (левый берег Юрюзани — выше д. Петуховки, против д. Сафоновки, против д. Бурунгу и т. д.), на р. Уфе — против горы Переволоки. В других случаях мощные карстовые ключи вытекают из-под осыпи известняков, одевающей коренной склон долины (против д. Худяковки на правом берегу Юрюзани). Наконец, надо отметить еще один тип источников, когда можно предполагать смешение аллювиальных и карстовых вод в одном выходе или в ряде близко расположенных выходов. Они выходят на бичевнике или на нижних террасах рек, имеют довольно значительный дебит, температура воды колеблется от 5,5 до 8° (чаще 6—7°).

В течение долгого континентального периода, прошедшего после отложения перми и до отложения песчано-глинистой неогеновой толщи, известняковый массив Уфимского плато подвергся воздействию различных агентов выветривания, среди которых химическое выветривание и процессы карстования играли немаловажную роль. Это подтверждается характером залегания неогеновой толщи — значительной неровностью ее нижней границы, выполнением ею многочисленных впадин и углублений в известняковом ложе. Можно предполагать поэтому не менее двух эпох развития карстовых явлений: первая — до отложения неогеновой толщи, вторая — после ее отложения, причем интенсивность этого процесса в разное время была различна.

Известняковый массив Уфимского плато в настоящее время характеризуется слабым развитием карстовых явлений, что отмечено многими исследователями края. На водоразделах встречаются лишь старые карстовые воронки, обычно небольшого диаметра — до 16—20 м, заросшие густым лесом и кустарником. Накопление на дне их значительного количества глинистого элювия, а в случае донеогенового карста — песчано-глинистых отложений неогеновой толщи, создает условия, благоприятные для накопления и сохранения воды в этих впадинах. Так образуются небольшие карстовые озера, например озеро Каменное на водоразделе между логами Пробытов лог — Атыржа, Кривое озеро в 44 квартале Дувано-Кошелевского лесничества, озеро около д. Курбатово. Питание водой карстовых озер, расположенных на водоразделах, идет частью за счет атмосферных осадков, частью несомненно, за счет вод песчано-глинистой неогеновой толщи. На берегах Кривого озера, которое представляет собой большую узкую изогнутую карстовую воронку, местами обнажается песчано-глинистая толща. Вода в озере летом не пересыхает, зимой она не промерзает до дна, что указывает на постоянный подток воды извне и на значительную глубину озера (наибольшая глубина — 4,68 м). Весной, при значительном повышении уровня воды в озере, вода переливает через край и по крутому оврагу стекает в глубокую поглотительную воронку, находящуюся к западу от озера в нескольких десятках километров.

На склонах и на дне логов встречаются карстовые воронки, большей частью незначительных размеров, относительно глубокие и заросшие лесом или травой. Только в исключительно редких случаях такие воронки поглотительные.

Вообще интересно отметить, что, например, дно лога Урман-тау, в котором имеется большое количество воронок, по-видимому, провального происхождения, заболочено в верхнем и среднем течении весьма сильно. Очевидно, грунтовые воды аллювиальных отложений изолированы какими-

то малопроницаемыми породами от известняков, обладающих значительной поглотительной способностью.

Кроме сухих карстовых воронок и понор, на дне долин встречаются небольшие карстовые озера, образование которых обусловлено, по-видимому, накоплением глинистого элювия на дне их. Только в одном случае наблюдалось переливание воды через край озера и можно было с несомненностью считать, что питание озера идет за счет карстовых вод известняков, во всех же других случаях, очевидно, за счет атмосферных вод, частью, может быть, вод делювиальных отложений.

Пещеры приурочены главным образом к слоистым известнякам различных горизонтов верхнего карбона. Среди пещер можно выделить два основных типа: пещеры, образование которых несомненно связано с эрозионной деятельностью подземной воды, и пещеры, обязанные своим возникновением процессам химического и физического выветривания, а также выдувания. Первые можно проследить на десятки метров; они имеют несколько соединяющихся ходов, стены и пол их носят явные следы обработки, сглаживания водой; на них местами имеются сталактиты или натечные корки известкового туфа. Пещеры второго типа встречаются реже и представляют собой ниши, слепо заканчивающиеся, часто высокие и узкие, что говорит об их образовании агентами химического и механического выветривания и последующего выдувания вдоль более или менее вертикальных трещин. Нужно подчеркнуть, что последний тип пещер приурочен главным образом к массивным известнякам, в которых круто падающие трещины кливажа весьма развиты. Некоторые пещеры приурочены к определенным уровням, а именно 12—15 м, около 40 м и около 80 м над рекой Юрюзанью. Это явление хорошо увязывается с данными о развитии высоких террас на реках Уфимского плато в антропогеновое время и говорит о некогда существовавших базисах эрозии подземных карстовых потоков.

Интересно отметить, что стены некоторых пещер покрыты льдом или инеем (гора Субакай, пещера на правом берегу Юрюзани выше д. Усть-Атаф и и др.). И лед и иней, по-видимому, конденсационного происхождения, так как пещеры, в которых наблюдались эти явления, в настоящее время совершенно безводны и нет никаких данных предполагать, что здесь могли сохраниться лед и иней с зимы. Температурные условия допускают, по-видимому, возможность конденсации. Так, при температуре воздуха на поверхности в тени 28°, температура воздуха в глубине вестибюля, в 5—6 м от входа в пещеру (одна из пещер горы Субакай), была 3°,5, а в одном из нижних коридоров той же пещеры, стены которого были покрыты толстым слоем инея, около 1°. Так как в этом крае к тому же весьма значительны суточные колебания температуры и развиты очень сильно ночные туманы, в особенности по долинам рек, условия для конденсации паров и их осаждения в виде льда и инея на стенах пещер весьма благоприятны.

По описанию М. М. Толстихиной, здесь в очень многих местах на вершинах грядок или отдельных бугров, независимо от их расположения по отношению к странам света и от их растительного покрова, зимой не лежит снег. На этих участках происходит протаивание глубокого снегового покрова до почвы. Образуются своеобразные снеговые воронки глубиной до 1 и даже 1,5 м и диаметром в несколько метров. Обычно такие воронки располагаются группами и над ними «поднимается пар». При осмотре одной из таких площадок на склоне горы около д. Бурунгут, близ устья Юрюзани, в конце августа 1929 г.,оказалось, что из осыпи известняков, покрывавшей склон, выходили с шумом сильные струи холодного воздуха. Очевидно, здесь имеется глубокая циркуляция воздуха по трещинам из-

вестняка: зимой поднимается на поверхность относительно теплый воздух, а летом — накопившийся в них за зиму холодный. Явление подобного рода было описано О. Ф. Головиной-Ковалевой для горы Развалки на Северном Кавказе.

Карстовых явлений и форм поверхности, имеющих место в типичных карстовых областях (польев, слепых и полуслепых долин, карровых полей, естественных шахт), на перевальных пространствах в описанном районе почти не наблюдается. Карстовые явления в настоящее время вблизи поверхности значительно ослаблены. Это обусловлено: 1) наличием значительного покрова элювиальных известняково-глинистых отложений на водоразделах; 2) значительным развитием водоупорных песчано-глинистых отложений неогенового возраста; 3) существованием густого растительного покрова — древесного и травянистого — как на водоразделах, так и на склонах долин; 4) глубоким дренажем карстовых вод известнякового массива Уфимского плато главными речными артериями.

«Значительная расчлененность известнякового массива Уфимского плато, наличие хорошо разработанных глубоких долин сухих ныне логов, меандрирование глубоких речных долин в известняках, слагающих плато, наличие нескольких речных террас на склонах долин, связь карстовых пещер с уровнями террас и некоторые другие явления говорят за то, что в течение антропогенового времени, когда, по-видимому, шло омоложение рельефа и выработка этих долин, процессы эрозии преобладали над процессами закарстования известняков. Последнее заставляет предполагать значительную скорость процессов эрозии, обусловленную или быстротою эпейрогенических движений, вызвавших омоложение рельефа, или значительною влажностью климата и связанным с нею многоводием» (М. М. Толстихина).

Карстовые явления имеют большое распространение также в Северном крае благодаря широкому развитию известняковых и гипсоносных пород, разбитых трещинами, легко пропускающими атмосферную воду. В южной части Тиманского хребта, в областях распространения каменноугольных и девонских известняков, развиты процессы карстования, выражающиеся в выработке карстовых долин и возникновении провального рельефа. Здесь же наблюдается широкое развитие явлений поглощения мелких рек, которые могут быть связаны с последними понижениями базиса эрозии. Это обстоятельство повлекло за собой усиление карстового процесса.

Просадки и провалы по линии от Вологды до Архангельска относятся к двум видам: а) карстовым и б) провалам на болотах.

От Вологды до г. Межудвора и от ст. Девашки до Архангельска развиты моренные отложения со значительным количеством болот. Карстовые явления развиты в области, ограниченной с севера и с юга ручьем Межудвора и рр. Кимой и Кенгой, с востока — Северной Двиной и с запада — Онегой. Между Онегой и Северной Двиной на юге, огражденная р. Мошей, а на севере — р. Левашкой, находится область подземных рек, речек и озер и связанных с ними карстовых явлений. В 4 км выше железнодорожного моста через р. Емцу с левой стороны в нее впадает подземная речка шириной 13 м, т. е. превосходящая ширину р. Емцы. Река Ваймуга, в 2 км выше железнодорожного моста, начинается сразу большим источником, представляющим собой, вероятно, подземный канал из Обозера.

Река Карва выходит на поверхность источником, вытекающим в пересохшем выше него русле этой реки. Наоборот, рр. Межудвора и Тихменька, приток р. Лемжи, скрываются под землей в большом кулисообразном углублении. Карстовые провалы на этом участке имеют форму земляных

воронок, емкость и глубина которых различны. Воронки бывают одиночные и групповые; последние расположены вдоль какой-нибудь кривой и помещаются в одном ложе, напоминающем форму балки. Групповые воронки встречаются чаще, чем одиночные. Большая часть вод этого района протекает под землей, а не на поверхности, благодаря чему многие поверхностные водные бассейны питаются за счет подземных. Например, озеро Коль питается исключительно подземными источниками.

В районах рр. Пинеги, Сотки и Кулоя ввиду большого развития гипсоносной толщи без известняков изобилуют провальные образования, называемые местными жителями «мугами». Последние тянутся почти через всю р. Вонгу, сплошь до р. Юролы (около 20 км ниже г. Пинеги); близ д. Нижнего Слитанца имеется глубокая расселина в гипсовом обнажении, в которой иногда снег и лед сохраняются в течение круглого года. Большая пещера наблюдалась А. Г. Шренком у д. Шангиной, в 13 км по направлению к д. Хрыловой. В настоящее время вход ее засыпан обвалом. Недалеко от этой пещеры существует меньшая — с температурой немного выше нуля. Дно пещеры покрыто льдом, на поверхности которого стоит вода. Третья пещера, близ д. Соипользя в Вонгском районе, состоит из нескольких отдельных помещений круглой формы. Дно этих помещений покрыто в глубине речным илом, а ближе к выходу — водой, под которой лежит лед (Н. С. Волкова [10]).

В последние десятилетия карст СССР стал привлекать большое внимание многих исследователей. По карсту накоплен уже весьма обширный материал, характеризующий карстопроявления во всех районах страны. Вопросам развития карста было посвящено три конференции: одна в Кизеле в 1934 г., другая в Перми в 1947 г. и третья в Москве в 1956 г.

Однако обобщающих сводок по гидрогеологии карста еще не опубликовано.

III. СХЕМЫ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ПОСЛЕДНИХ ЛЕТ

Рассмотренная выше схема грунтовых вод В. С. Ильина была развита ее автором в начале 20-х годов XX в. В ее основу были положены скудные фактические данные, имевшиеся к тому времени. Интенсивный рост гидрогеологических исследований в последующие годы выявлял огромное количество фактического материала, в результате чего появилась потребность в существенной переработке этой схемы. В этом направлении особенно много было сделано группой сотрудников ВСЕГИНГЕО (Л. П. Нелюбов, В. И. Духанина и др.), а также АН СССР (Г. Н. Каменский и И. В. Гармонов). Последние два исследователя особенно развивали вопросы формирования химического состава грунтовых вод.

Ниже вкратце приводятся соображения этих авторов.

И. В. Гармонов [12] предложил районирование грунтовых вод на территории Европейской части СССР по химическому составу. Он выделяет по направлению с севера на юг зоны: 1) ультрапресных вод с крайне малым плотным остатком (20—60 мг/л), в котором преобладает кремнезем; 2) пресных гидрокарбонатных вод с плотным остатком менее 1 г/л; 3) сульфатных вод с плотным остатком 3—5 г/л; 4) хлоридных вод с плотным остатком более 5 г/л. Между зонами 2—3 и 3—4 выделяются переходные полосы вод смешанного состава.

Г. Н. Каменский [39] выделяет на территории СССР два основных пространства, на одном из которых формирование подземных вод идет за счет выщелачивания грунтовыми водами солей из горных пород; это платфор-

менные и горные пространства с избыточным увлажнением. Этим пространствам противопоставляются пространства недостаточного увлажнения, именуемые им пространствами «грунтовых вод континентального засоления». Указанным двум делениям придается генетическое значение.

На той же территории СССР О. К. Ланге [44] выделяет три провинции, или макрозоны: 1) провинция, характеризующаяся преобладанием грунтовых вод в твердой фазе (область вечной мерзлоты), далее подразделяемая на зоны в соответствии с предложениями М. И. Сумгина; 2) провинция, характеризующаяся преобладанием грунтовых вод в жидкой фазе (области избыточного и неустойчивого увлажнения), с выделением зон по В. С. Ильину; 3) провинция, характеризующаяся недостатком увлажнения, резким преобладанием испарения над осадками, с выделением зон: а) подгорных шлейфов и предгорных равнин и б) равновесия подземного притока грунтовых вод и их испарения.

В последнее время подготовлена к опубликованию коллективом авторов — сотрудников ВСЕГИНГЕО при участии А. Н. Семихатова карта грунтовых вод Европейской части СССР. Эта карта представляет собой набор из трех карт. Одна из них характеризует возраст и литологию водосодержащих горных пород, другая — глубины залегания грунтовых вод и третья — их химический состав.

Изучение обширного материала позволило авторам наметить восемь следующих зон грунтовых вод на указанной территории:

1. Зона надмерзлотных сезонных вод тундры. Широко развита верховодка, формирующаяся на вечномерзлых грунтах. Воды слабоминерализованные, с концентрацией солей до 100 мг/л.

2. Зона грунтовых вод области со свежим ледниковым рельефом последнего оледенения. Наиболее широко развиты грунтовые воды, близкие по типу к верховодке, или воды маломощных озерно-ледниковых и флювиогляциальных отложений. Глубина залегания до 10 м. В песчаных аллювиальных и флювиогляциальных отложениях, слагающих долины Северной Двины, Мезени, Онеги, Печоры, Верхней Волги, Днепра, Березины и других крупных рек, развиты мощные грунтовые потоки, связанные с режимом атмосферных осадков и гидравлическим режимом рек; на участках древних возвышенностей формируются карстовые, пластово-трещинные и трещинные типы вод с неглубоким залеганием зеркала воды от поверхности земли. Преобладают слабоминерализованные воды с концентрацией солей 100—500 мг/л.

3. Зона грунтовых вод аллювиальных и флювиогляциальных равнин (полесий). Мощные грунтовые потоки с близким к поверхности зеркалом грунтовых вод (0—3 м). Движение грунтовых вод определяется дренирующим воздействием рек, а их режим — режимом атмосферных осадков и гидравлическим режимом рек. Воды слабоминерализованные, с концентрацией солей до 150—300 мг/л.

4. Зона грунтовых вод области со сглаженным древним ледниковым рельефом. Южной границей ее служит граница оледенений на Восточно-Европейской равнине. Грунтовые воды близки по типу к верховодке. Вода невысокой минерализации (до 1 г/л). Минерализация воды постепенно возрастает в южном и юго-восточном направлениях.

5. Зона грунтовых вод с маломощным четвертичным покровом охватывает полосу возвышенностей: 1) Уфимское плато, 2) плато Высокого Заволжья, 3) Приволжскую возвышенность, 4) южную часть Средне-Русской возвышенности, 5) Волыно-Подольское плато, 6) Ставропольскую возвышенность, 7) Донецкий кряж. Типы вод пластово-трещинный, пластовый, трещинно-карстовый. Глубина зеркала грунтовых вод на водоразделах

20—50 м. В условиях интенсивного водообмена с поверхности в различных породах формируются преимущественно воды невысокой минерализации (до 1 г/л).

6. Зона грунтовых вод области с мощным покровом лёссов и лёссовидных суглинков (юг Европейской части СССР). Грунтовые воды не имеют сплошного зеркала и близки по типу к верховодке. Минерализация грунтовых вод пестрая, но закономерно повышается в южном и юго-восточном направлениях. В северной части зоны преобладают воды слабоминерализованные с концентрацией солей до 1 г/л. В южной части грунтовые воды обычно обладают повышенной минерализацией (1—3 г/л). Вдоль берегов Черного и Азовского морей и в районе Сиваша минерализация грунтовых вод возрастает до 3—24 г/л. Среди засоленных грунтовых вод на отдельных участках встречаются воды пресные, с концентрацией солей до 1 г/л. Распределение пресных и соленых вод в толще суглинков подчиняется закономерности, установленной К. И. Лисицыным (1927).

7. Зона грунтовых вод аллювиальных и морских аккумулятивных равнин Прикаспия — зона плавающих линз пресных вод на соленых водах (юго-восток Европейской части СССР), заключенных в песчанно-глинистых осадках Каспийского моря (хвалынских и хазарских), а также в аллювиальных и дельтовых отложениях Волги, Урала, Кумы, Терека. Глубина залегания 0—10 м. Преобладают высокоминерализованные воды, с концентрацией солей от 3 до 190 г/л. В лиманах, падинах и межбарханных понижениях за счет стока атмосферных осадков, таяния снега и процессов конденсации паров воздуха формируются линзы пресных вод, как бы плавающих на соленых водах, с минерализацией до 0,5—3 г/л.

8. Зона грунтовых вод предгорных наклонных равнин Карпат, Крыма и Кавказа, заключенных в мощной толще аллювиальных и флювиогляциальных отложений, слагающих наклонные предгорные равнины; представляют собой мощные подземные потоки. Воды слабоминерализованные (1 г/л).

В пределах перечисленных зон авторами выделены районы с достаточно конкретными характеристиками. Эта работа представляет несомненный шаг вперед в сравнении с работами, указанными выше, в отношении большей детальности и глубины проработки фактического материала. Существенным недостатком приведенных выше зональных построений является то, что авторы объединили две принципиально различные категории грунтовых вод — зональных и азональных.

Раздел II

МЕЖПЛАСТОВЫЕ ВОДЫ

IV. ОСНОВНЫЕ АРТЕЗИАНСКИЕ БАССЕЙНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

В основу районирования артезианских вод в настоящее время считают целесообразным положить понятие об артезианских бассейнах, подразумевая под артезианским бассейном такую геологическую структуру, которая обеспечивает наличие напора в слагающих бассейн водоносных пластах. Подобная структура может быть построена по типу синклинали или синеклизы, но может представлять и моноклинальное сооружение, называемое некоторыми исследователями «артезианским склоном». В артезианском бассейне можно наблюдать области питания [1], поглощения, расхода (разгрузки, если называть области питания и поглощения областями загрузки). Ф. П. Саваренский указывает на то, что в одних случаях области питания и поглощения могут совпадать, в других не совпадать. В полосе погружения водоносный пласт, несущий безнапорную грунтовую воду, скрывается под водоупорной кровлей и постепенно переходит в напорный, артезианский. В зависимости от бо́льшей или меньшей сложности данного геологического сооружения в нем может умещаться несколько артезианских водоносных пластов (горизонтов), отделенных друг от друга более или менее водоупорными пластами, не полностью друг от друга изолирующими их. Гидравлическая связь между водоносными пластами через водоупорные в настоящее время считается прочно установленной (Н. К. Гиринский, Г. Н. Каменский, А. Н. Мятиев, Н. А. Плотников и др.). В артезианских бассейнах области питания, поглощения, погружения нередко представляют более или менее концентрические пояса, или зоны. В артезианских склонах они образуют полосы, сменяющие по падению пластов друг друга. В этом же направлении от окраины к центру (в бассейнах) или по падению (в склонах) изменяется и химический состав подземных вод водоносного пласта: нарастает концентрация (величина плотного остатка) раствора от десятых долей до сотен граммов в литре и изменяется его состав (минерализация) — совершается эволюция водного раствора от кальцитового, через гипсовый до галитового, если это допускает природная обстановка.

Артезианские бассейны могут быть ограничены щитами, плитами, орогенами (хребтами), валами. Отдельные артезианские бассейны могут занимать большие пространства, другие — маленькие; одни из них могут быть очень сложно построенными, другие очень простыми; одни могут быть хорошо друг

[1] Имеется в виду питание с поверхности, а не переливание подземных вод из одних водоносных толщ в другие (*О. Л.*).

от друга изолированными, другие могут сочетаться в более или менее обширные сложные пространственные единицы.

История развития геологических структур во времени и пространстве определяет развитие и содержание их гидрогеологических условий. Отсюда очевидна тесная зависимость развития гидрогеологического познания артезианских бассейнов от успехов изучения геологических структур.

На пространстве Европейской части СССР имеется ряд геологических структур, благоприятных для развития артезианских бассейнов. Эти структуры изучены далеко не одинаково даже в отдельных своих частях; тем более различна их общая изученность. Поэтому и гидрогеологические характеристики их в одних случаях обоснованы фактами, в других представляют предварительные прогнозы. Точно так же научная и практическая значимость бассейнов не одинакова. Очень большой и новый материал, освещающий артезианские структуры до их кристаллического основания, получен в результате как опорного бурения, так и разведочных и эксплуатационных на нефть и горючие газы буровых скважин. Кроме того, систематические геофизические разведки, опирающиеся на указанные выше буровые скважины, увязывающие их между собой и освещающие их, позволяют еще полнее представить глубинные части осадочных толщ на территории СССР. Однако обобщений всех разведочных геологических и геофизических работ до настоящего времени не сделано. Мы располагаем только фрагментарными описаниями, сделанными для тех или иных территорий с большей или меньшей полнотой. В связи с этим и современные представления об артезианских бассейнах, основанные на данных относительно неглубоких (в среднем до 300—500 м) буровых на воду скважин и совершенно не учитывающие глубинных структур мощной осадочной толщи, покоящейся на чрезвычайно неровной, сложно построенной поверхности докембрийского кристаллического ложа, потребуют коренного пересмотра самого понятия «артезианский бассейн», а может быть и полного исключения его из гидрогеологического обихода. Во всяком случае и теперь уже ясно, что в пределах крупных геологических структур типа Валдайско-Тиманской синеклизы нельзя обойтись без выделения «артезианских бассейнов» разного порядка, отличающихся друг от друга не только размерами своих площадей и возрастом слагающих их горных пород, но и временем их возникновения. Ниже приводится краткий обзор артезианских структур в современном понимании.

1. На северо-востоке располагается **Тимано-Уральская впадина**, зажатая в виде треугольника, обращенного острой вершиной к югу, а основанием в сторону Баренцева моря. Ограниченная Тиманом на юго-западе, Северным Уралом на востоке и Пай-Хоем на северо-востоке, эта впадина распадается на две-три более или менее самостоятельные котловины — артезианские бассейны. Из них одна, прилегающая к Тиману, в основном включает почти весь бассейн Печоры; другая, располагающаяся вдоль Северного Урала, вмещает верховья бассейна р. Усы. Эти два бассейна отделены друг от друга серией поднятий, на северном конце которых выступает довольно обширная горная полоса, протягивающаяся до острова Долгий. Наконец, третья котловина небольших размеров, возможно, примыкает к смежным частям Северного Урала и Пай-Хоя. Самая крупная из котловин — Печорская, представляет корытообразно вытянутый артезианский бассейн, ось которого, по-видимому, резко сдвинута в сторону Тимана. Существенные водоносные горизонты, достаточно обильные, должны быть приурочены к отложениям перми, карбона и девона. Есть основания предполагать, что воды в девоне соленые, а, может быть, представляют и рассолы. В связи с очень плохой гидрогеологической изученностью котловины она в настоящей работе не описывается.

2. К западу от линии Тиман — Урал до границы Балтийского моря распространяется крупная структура, существенное участие в которой принимают нижне- и среднепалеозойские породы. На этом громадном пространстве можно выделить несколько нечетко отделенных друг от друга геологических структур, включающих ряд напорных водоносных горизонтов, которые можно сочетать в более или менее обособленный артезианский бассейн.

Так, например, толща палеозоя (кембрий, силур и девон) представляет в пределах Прибалтики артезианский склон. Связь его с Карпато-Балтийской, Днепровской и Валдайско-Тиманской гидрогеологическими структурами не совсем ясна. Геологическое строение и гидрогеологические условия этой территории значительно проще Валдайско-Тиманской впадины, расположенной восточнее.

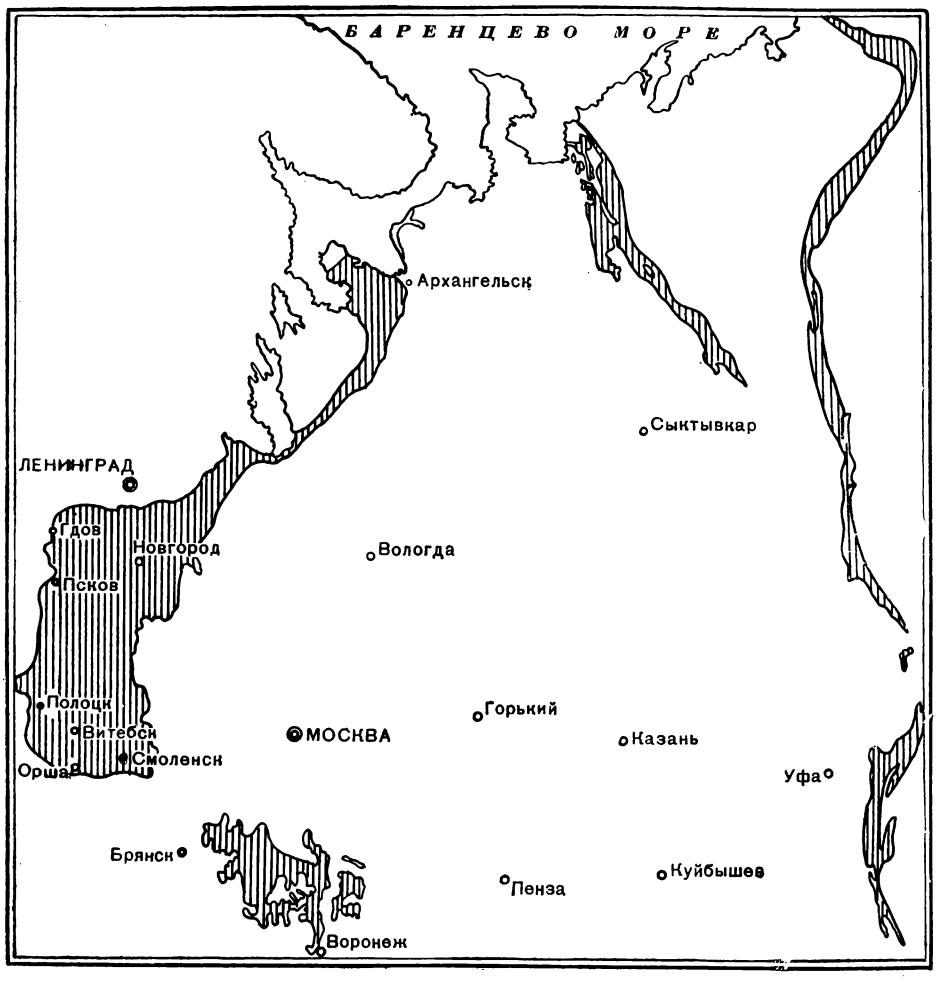


Рис. 10. Выходы девона на поверхность (область питания водоносных горизонтов в нем) в пределах Валдайско-Тиманской синеклизы

3. Следующей впадиной, огромной по своим размерам, является **Валдайско-Тиманская** синеклиза ограниченная на северо-востоке склонами Тимана, на востоке — западными склонами среднего Урала и северо-западной окраиной Уфимского плато, на северо-западе, начиная от побережья Белого моря и до Онежского озера — кристаллическим массивом Олонецкого края,

а далее к югу — полосой Главного девонского поля, в которой имеет место в пределах Эстонии и Белоруссии определенный перегиб девонских пластов, падающих отсюда на восток, на юг и на запад. Полоса девона тянется примерно до Смоленска и Могилева, здесь она разветвляется, давая на юг Полесский вал (или мост — по старым авторам), а на юго-восток — Южно-Русскую девонскую ось: серия выходов девона, которые направляются на восток, захватывая район Орла, Курска, Воронежа, примерно до линии Воронеж — Мичуринск — Спасск. Далее граница впадины резко поворачивает на северо-восток и направляется примерно в сторону Васильсурска, а отсюда севернее Казани по р. Каме до северо-западного выступа Уфимского плато. На приводимых схемах (рис. 10, 11, 12) показано расположе-

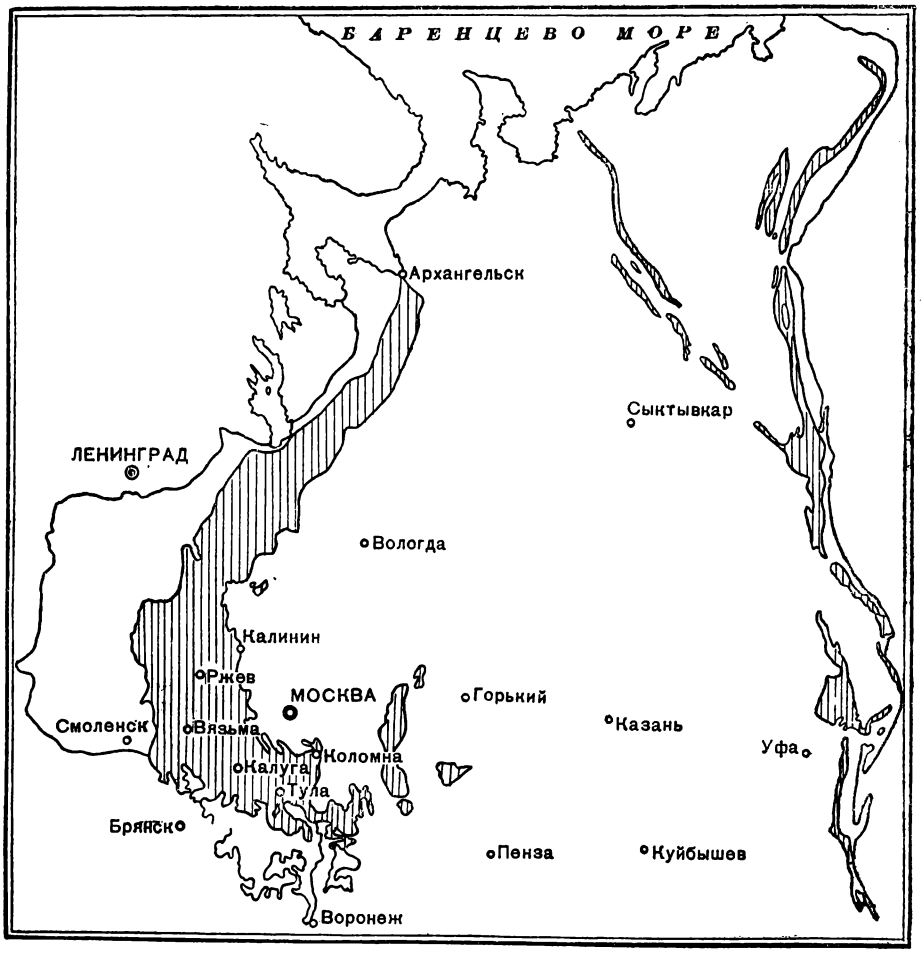


Рис. 11. Выходы карбона на поверхность (область питания водоносных горизонтов в нем) в пределах Валдайско-Тиманской синеклизы

ние выходов на дневную поверхность отложений девона, карбона, перми и триаса, а также мезозойских горных пород в пределах Валдайско-Тиманской впадины. Выходы на поверхность указанных отложений являются областями питания водоносных горизонтов соответствующих отложений. Как видно на этих схемах, для девона и карбона особенно четко сказывается

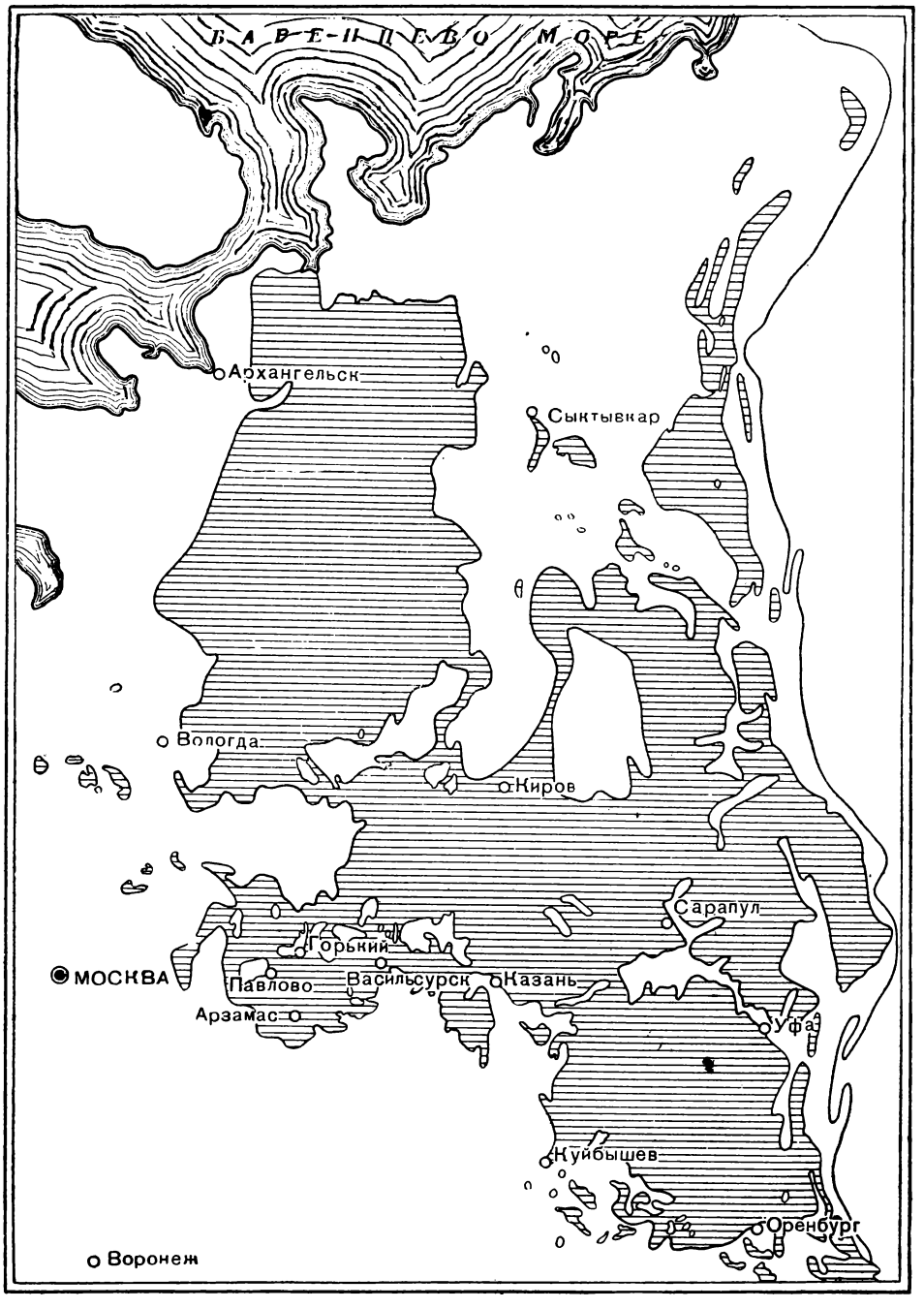


Рис. 12. Схема распространения перми и триаса в пределах Валдайско-Тиманской синеклизы

кольцеобразное оконтуривание впадины породами этих систем. Для перми такое кольцевое расположение выходов менее четко. Что же касается мезозоя, то отложения верхней юры и нижнего мела представляют по существу

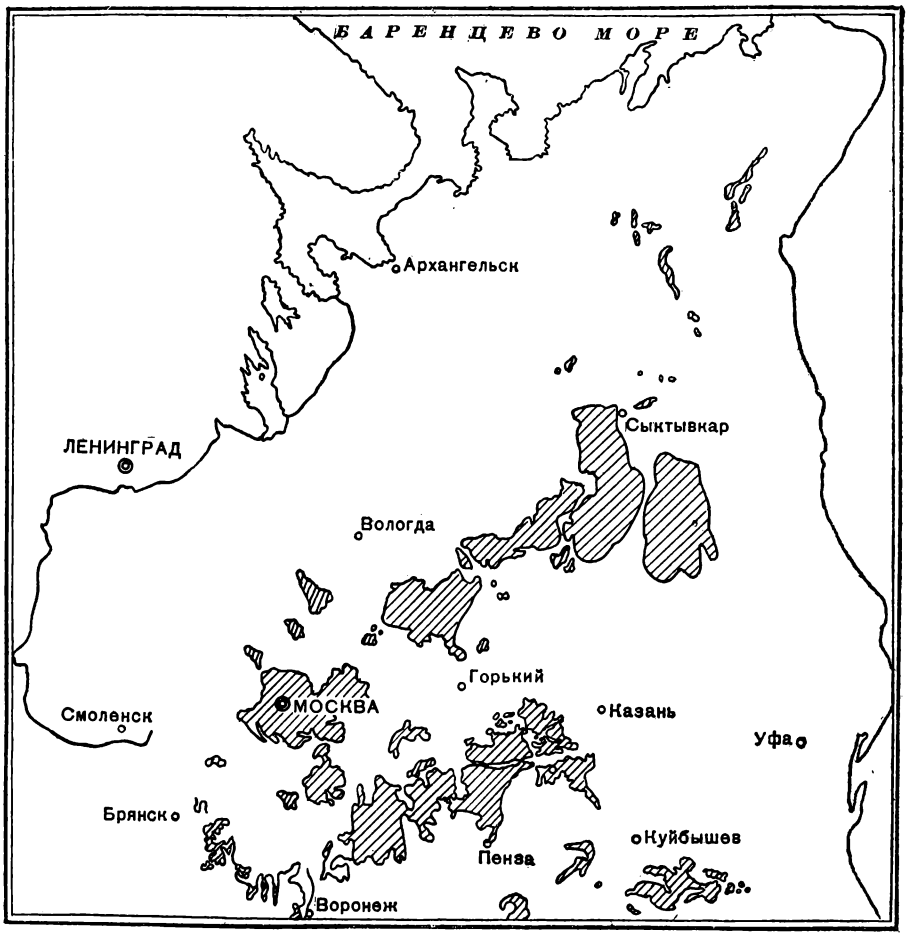


Рис. 13. Схема распространения мезозоя в пределах Валдайско-Тиманской синеклизы

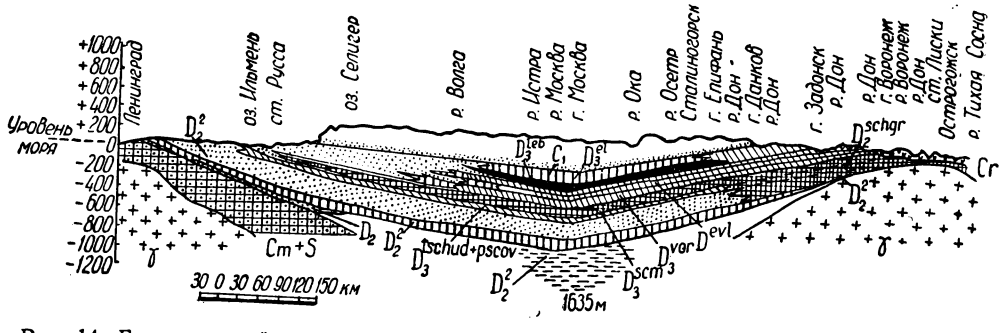


Рис. 14. Геологический разрез с северо-запада на юго-восток через Валдайско-Тиманскую синеклизу (по С. С. Кузнецову)

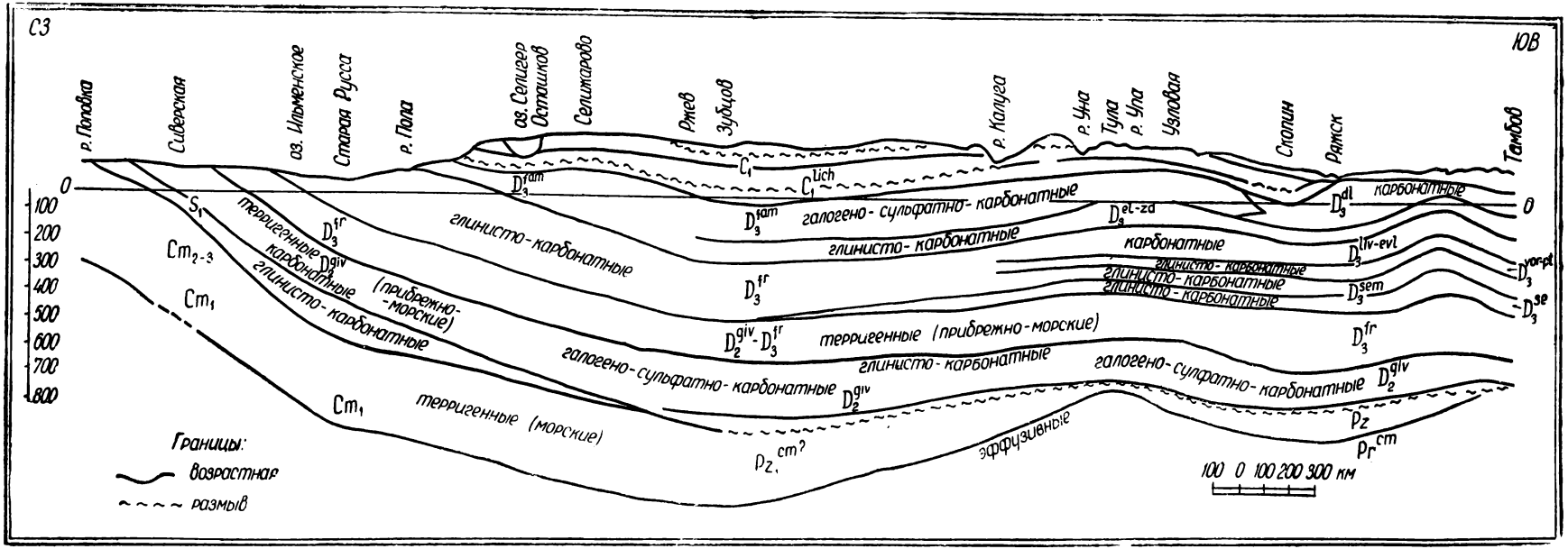


Рис. 15. Схематический гидрогеологический профиль по линии Сиверская—Тамбов

покровные толщи в центральных частях котловины и наименее благоприятны для накопления напорных вод (рис. 13).

Эта огромная впадина, охватывающая площадь почти двух третей Европейской части СССР, не отличается единством своего построения. В ней можно наметить несколько отдельных прогибов, отграниченных друг от друга валами, то ясно выделяющимся в рельефе (или выходами на поверхность более древних пород на фоне более молодых), то едва обнаруживаемыми при изучении обнажений и геоморфологии (рис. 14, 15, 16).

а) Более или менее определенно здесь можно выявить северную — Мезенскую — котловину, охватывающую низовье Северной Двины, бассейны Онеги и Мезени и прилегающие к Белому морю и Ледовитому океану участки, расположенные к западу от северных оконечностей Тиманского хребта. Впервые напорные воды были здесь вскрыты Кулойской артезианской буровой скважиной.

б) Более определенно выделяется так называемая Подмосковная котловина (или Подмосковный артезианский бассейн), окаймленная на северо-западе, западе и юге девонскими отложениями (несомненно выстилающими все дно Валдайско-Тиманской впадины) примерно до линии р. Цны (в бассейне Оки); восточной границей служит Окско-Цнинский вал, а на севере эта котловина граничит с Мезенской впадиной, отделяясь от последней полосой поднятий, точная структура которых еще не выявлена с достаточной для гидрогеологии полнотой. Здесь развито пять основных пресных водоносных горизонтов в карбоне и несколько солоноватых, соленых и рассольных водоносных горизонтов в девоне, силуре и кембрии бальнеологического и промышленного значения. Пресные водоносные горизонты карбона играют важную роль как источники водоснабжения. По данным Д. И. Гордеева [15], поверхность карбона погружается к северу от северной оконечности Окско-Цнинского вала на глубину около — 300 м (абс); можно предполагать, что здесь имеет место движение подземных потоков на северо-восток. Известняково-доломитовые породы девона подстилаются мощной терригенной водоносной толщей нижнего палеозоя.

По другую сторону Окско-Цнинского вала в направлении к Уралу можно наметить еще две или даже три котловины, из которых:

в) Наиболее западная располагается примерно на пространстве между Окско-Цнинским валом, с одной стороны, и Вятским валом — с другой; она ограничена на юге Алатырским поднятием, ее северная граница не определена. Возможно, что эта впадина простирается до Тимана, однако не исключено, что прилегающие в этом направлении к Тиману участки представляют особую котловину, по крайней мере в пределах верхнего палеозоя и мезозоя. В южной части эту впадину осложняют валы, например Сурско-Мокшинский.

г) Следующая котловина располагается далее к востоку; ее западной границей является Вятский вал, а восточная граница проходит, по-видимому, по меридиану Краснокамска, где глубокая структурная буровая скважина обнаружила определенно выраженное антиклинальное поднятие; таким образом, предполагавшийся некоторыми исследователями Глазовский вал по существу в настоящее время должен быть отвергнут, так как буровыми скважинами в районе Глазова установлен достаточно резко выраженный прогиб перми и карбона. Южная граница этой котловины пока не может быть установлена с достаточной точностью. По-видимому, она проходит в направлении нижнего течения Камы, а с севера ее ограничивает Тиман.

д) Еще далее к востоку за меридианом Краснокамска намечается щее один, сравнительно узкий прогиб, вытянутый вдоль Уральского хребта и представляющий, по-видимому, предгорную впадину; наличие ее подтверж-

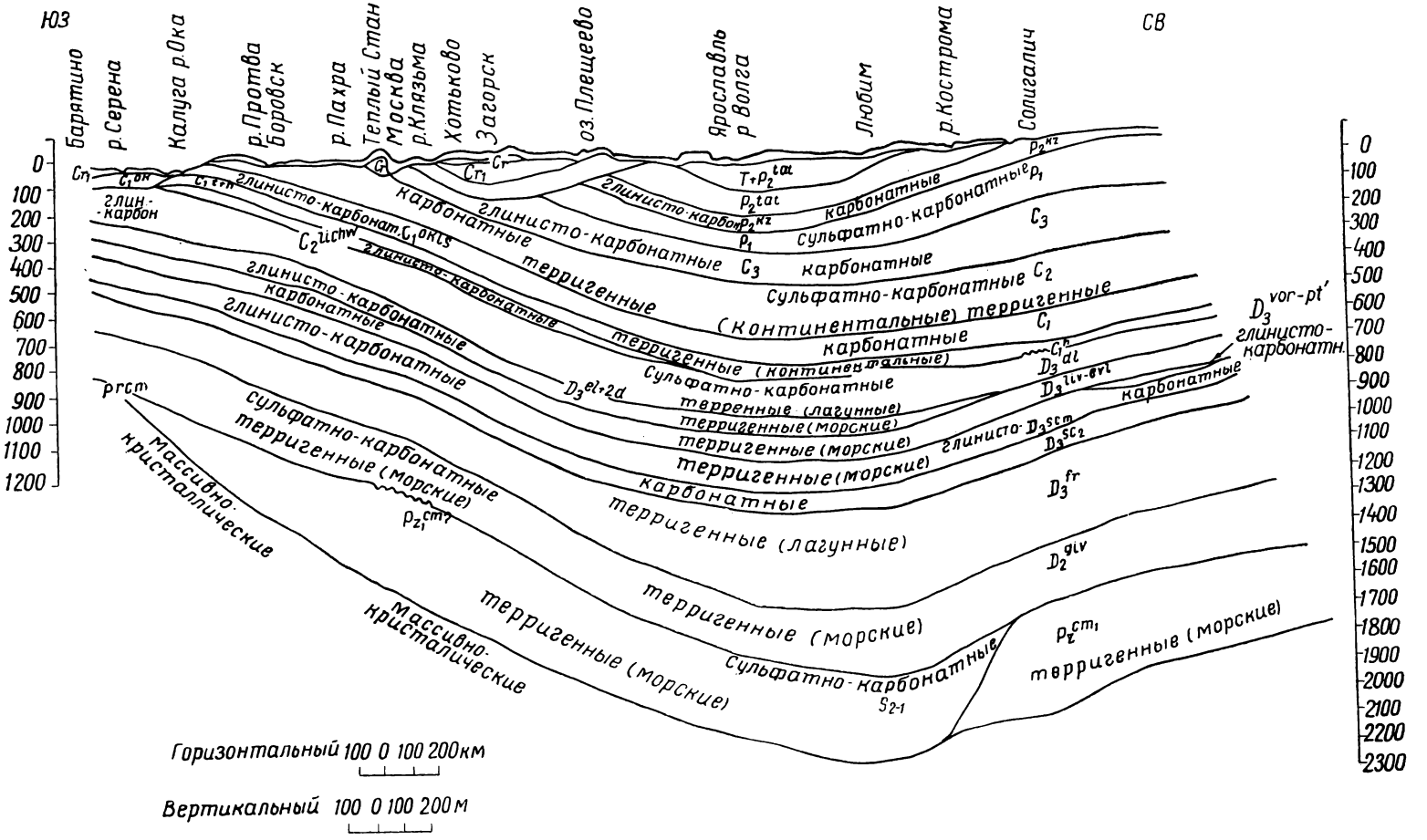


Рис. 16. Схематический геологический профиль по линии Барятино — Солигалич (по К. В. Филатову)

дено целым рядом глубоких буровых скважин, проведенных в последнее время в связи с геологоразведочными работами по выявлению контуров Второго Баку.

е) Наконец, особая котловина, вероятно, может быть оконтурена в области Вологды; она, по-видимому, захватывает весь бассейн Сухоны, верховья левых притоков Волги на юге и притоков Северной Двины и Онеги на севере.

Из всех этих котловин достаточно хорошо изучена только Подмосковная; для гидрогеологической характеристики всех остальных имеется мало материала. Большой фактический материал по гидрогеологии Подмосковной котловины сведен в работах В. А. Жукова и др. [29], а для северо-восточных частей — в работах В. А. Кротовой [41] и Т. П. Афанасьева [3].

4. Карпатско-Балтийская впадина расположена западнее Украинского кристаллического массива. На юге она ограничена склонами Карпат, на севере — выступом кристаллического фундамента, представляющего подземный водораздел между этой впадиной и прибалтийским артезианским склоном. На запад Карпатско-Балтийская впадина открыта в сторону Балтийского моря и Польско-Германской низменности. Ее сложная и своеобразная гидрогеологическая структура только в последние годы разъясняется. На юго-востоке этой впадины обособляют (К. И. Маков [53]) Волыно-Подольско-Люблинское поднятие (силур, девон, мел, неоген) и Предкарпатскую депрессию (неоген, антропоген). Автор склонен относить те части Волыно-Подолии, где верхний мел лежит на силуре, к Причерноморской гидрогеологической структуре, а где силур замещен девоном — к Карпатско-Балтийской. По северной окраине впадины в ее границы входят Белоруссия и Литва. Направляющиеся на юг из Прибалтики подземные воды питают частично как Карпатско-Балтийскую впадину, так и Днепровский и Подмосковный артезианские бассейны по девонским водоносным пластам. Только восточная часть этой впадины располагается на территории СССР.

5. К югу от Подмосковного артезианского бассейна простирается **Днепровская геосинклинальная мульда.** Она включает:

а) Русско-Украинскую или Днепровскую впадину, представляющую обособленный и довольно хорошо изученный артезианский бассейн (сводки К. И. Макова [53] и Н. А. Плотникова [65]), который на северо-востоке ограничен Центрально-Русским поднятием кристаллического ложа, на

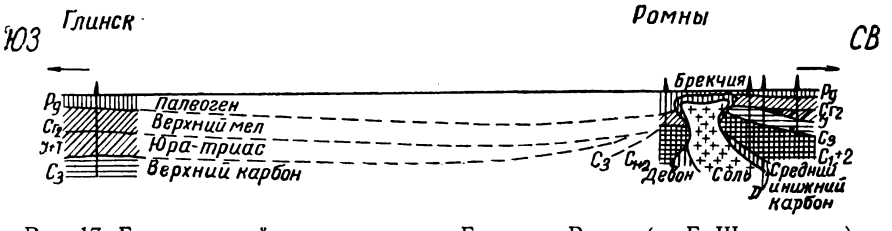


Рис. 17. Геологический разрез по линии Глинск — Ромны (по Г. Шаповалову)

северо-западе — Полесским девонским валом, на юго-западе и юге — Украинским кристаллическим горстом и на востоке — дислоцированным полем Донецкого каменноугольного бассейна; на пространстве между Донецким кряжем и западной оконечностью Воронежского горста, возможно, имеется выход из этой впадины в пределы бассейна Дона и в сторону Ергеней.

б) Тектонически сложно построен Донецкий каменноугольный бассейн. Дно Днепровской впадины построено чрезвычайно сложно дислоцированными толщами палеозоя (рис. 17, 18). Пресные обильные водоносные горизонты, числом до шести, приурочены к палеогену и к верхнему мелу. В юр-

ских отложениях местами встречается минеральная вода (Миргород). Последние буровые разведки на глубину до 2,5 км и более заставляют пересмотреть старые представления о мощности юрских толщ (в Глинске юра превышает 600 м, а вся толща мезозоя достигает 1,5 км мощности). В карбоне, мощность которого превышает 1 км, и в девоне имеются рассолы. Это существенно меняет гидрогеологическую обстановку бассейна.

6. Правобережье Волги к югу от Алатырского поднятия и примерно до долготы р. Цны и южных оконечностей Окско-Цнинского вала занято рядом небольших прогибов, которые включают несколько мелких изолированных гидрогеологических структур, получивших от А. Н. Семихатова название «артезианских бассейнов правобережья Волги».

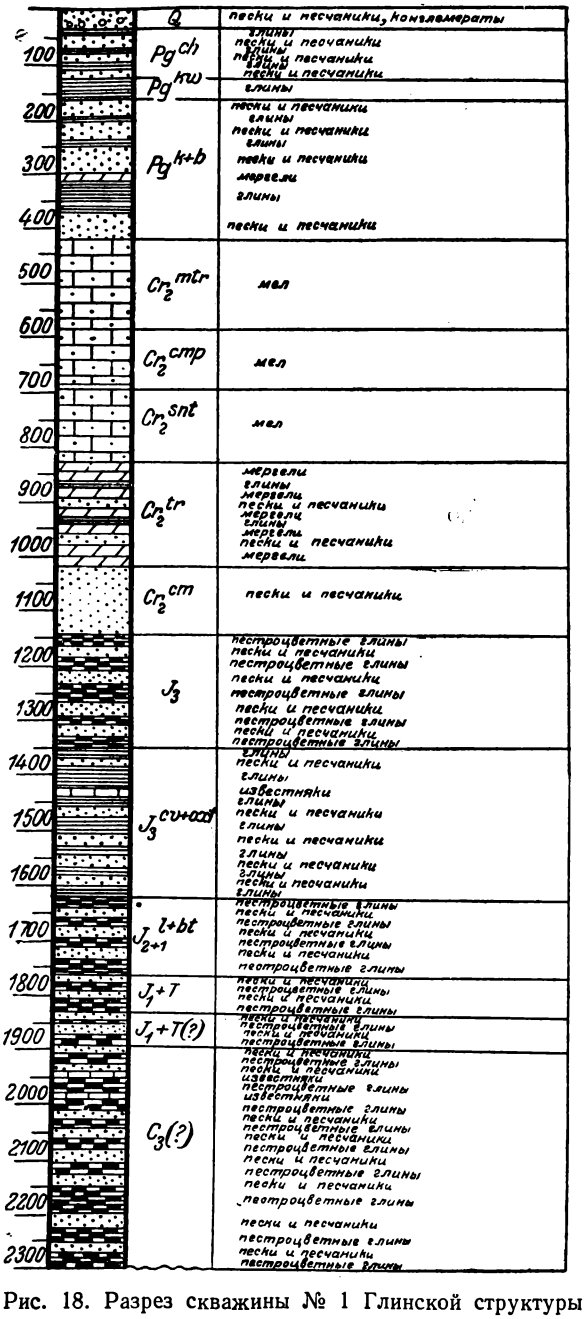


Рис. 18. Разрез скважины № 1 Глинской структуры

Наиболее крупной единицей на этом пространстве является так называемый Петровско-Кузнецкий артезианский бассейн, разведанный в пределах палеогена, мела и верхней юры. К югу от него располагается несколько микроструктур, практическое значение которых, по-видимому, ничтожно. Наиболее южной из них является микроструктура, примыкающая к Доно-Медведицкому поднятию, в центре которого залегают каменноугольные породы, а также бассейн р. Идолги. Все перечисленные структуры от Алатырского поднятия до Идолги объединяются понятием Ульяновско-Саратовского прогиба.

7. К западу от Волги до Дона располагается обширное пространство, занимаемое левыми притоками Дона и сложенное девонскими, каменноугольными, юрскими, меловыми, неогеновыми и антропогеновыми породами, включающими межпластовые, частью напорные воды. Это пространство можно только формально объединять с предыдущей полосой в одно гид-

рогеологическое построение. Оно представляет по существу моноклинальный склон, упирающийся на юге в донецкую тектоническую структуру (сводные работы А. А. Дубянского [25, 26, 27]), и разделяет пространственно гидрогеологические структуры Днепровской впадины и «артезианских бассейнов правобережья Волги».

8. Особую область представляет **Среднее Заволжье,** вплоть до предгорий Урала, изучавшееся А. И. Силиным-Бекчуриным [74], С. Г. Каштановым [40], Т. П. Афанасьевым [3] и др.

9. Причерноморская впадина располагается вдоль северного побережья Черного моря; ее северной границей служит Украинская кристаллическая полоса, протягивающаяся из Волыни до Азовского моря. На западе она ограничена отрогами восточного склона Карпат, протягивающимися вдоль р. Серета. На востоке она простирается до западных склонов Ставропольского плато. Южный борт этой котловины весьма неоднороден. На протяжении между устьями Дуная и Днепра ее южный борт сброшен под уровень Черного моря; на протяжении Крымского полуострова ясно выражен южный борт этой впадины, представленный приподнятым южным Крымским побережьем. Далее, на протяжении, соответствующем Керченскому полуострову, южный борт впадины опять сброшен под уровень Черного моря. Еще восточнее южная граница Причерноморской впадины представлена северными склонами Кавказа, но зато северный борт котловины затушеван (северная граница Кубанской впадины). Тектоническая природа этой впадины довольно сложная (М. В. Муратов), хотя некоторые геологи применяют для нее название Причерноморской синеклизы. Эта впадина в общем разведана на меньшую глубину, нежели Днепровская (сводка К. И. Макова [53]).

На северо-западе (Приднестровье) водоносные горизонты приурочены к неогену, сеноману и силуру; в центре Бессарабии между мелом и неогеном встречен палеоген крымского облика; на долготе Одессы на севере палеоген днепровского облика залегает на кристаллических породах, а в самой Одессе — на мелу; в Приазовском районе под палеогеном днепровского типа залегает проблематичный мел; наконец, в Кубанской депрессии гидрогеологически освещены только древнеантропогеновые галечники. По своей гидрогеологической структуре участки, расположенные к западу и востоку от Крыма, представляют артезианские склоны, уходящие под Черное море.

Следуя общему падению пластов на юг, водоносные горизонты более древнего возраста скрываются под более молодыми. Отдельные водоносные толщи при этом нарастают в мощности, расщепляются на подгоризонты (этажи, ярусы), нарастает концентрация подземных растворов, а характер минерализации вод меняется. Особенно значительные напоры артезианских вод были обнаружены в Западном Приазовье (фонтанирование до 30 м выше поверхности земли), но вследствие неразумного использования подземных вод самоизлив буровых скважин почти во всех случаях иссяк. Одни водоносные толщи газируют сероводородом, другие метаном.

10. К востоку от Причерноморской и Днепровской впадин располагается обширная **Прикаспийская впадина.** Последняя очень ясно ограничена на юге предгорьями Кавказского хребта и Мангышлаком, на западе Ставропольским плато, линией Ергеней и дислоцированной правобережной Приволжской полосой; на севере ее граница может быть проведена по полосе выходов на поверхность юры, мела и палеогена (примерно до Актюбинска), восточной границей этой впадины служат западные склоны Южного Урала, Мугоджары и Устюрт. Это одна из самых сложных и гидрогеологически мало изученных впадин. Здесь как самостоятельные гидрогеологические структуры можно выделить Терско-Кумский, Кумско-Волжский и Урало-Эмбинский артезианские бассейны и Ставропольский артезианский

склон (неоген). Урало-Эмбинский бассейн осложнен своеобразными соляными структурами, район горы Мангышлак представляет небольшой обособленный сложный артезианский бассейн (А. А. Бакиров).

Гидрогеологические особенности указанных выше артезианских бассейнов глубоко различны. Способы питания, водовмещающая среда, число водоносных пластов и связь их между собой, водообилие, величины напоров, качество вод — все это в той или иной мере различно. Однако при наличии подобной индивидуализации артезианских бассейнов и склонов в них есть и черты общности, выражающиеся:

а) в закономерном нарастании напоров по падению водоносного пласта;

б) в закономерном нарастании плотных остатков и в изменении минерализации от бикарбонатной (кальцитовой) до хлоридной (галитовой) по мере удаления от области питания и погружения водоносного пласта.

Последняя закономерность приводит к тому, что в гидросфере, пронизывающей материки, сменяются сверху вниз оболочки: пресная, соленая, рассольная, на что с 1920-х годов неоднократно указывал В. И. Вернадский. Причину подобного расслоения одни видят в мистическом «застойном режиме» подземных вод в глубоких недрах земли, другие — в гравитационной дифференциации подземных растворов, третьи — в сложных физико-химических процессах, протекающих в глубоких недрах при повышенных температурах, высоких давлениях и длительных геологических сроках, четвертые — в дифференциации водных растворов при их миграции в горных породах, пятые — в подземном испарении глубоких водоносных горизонтов. Выяснение этих причин уводит гидрогеологию в еще мало исследованные области гидродинамики, геофизики и геохимии и является одной из основных очередных задач, разрешение которых будет обеспечено соединенными усилиями этих четырех наук.

Районирование отдельных артезианских структур, сводящееся к рациональному выделению естественноисторических или хозяйственно важных участков, не представит затруднений и, несомненно, будет обеспечено все возрастающим накоплением геологического и гидрогеологического материала.

Следует отметить условность границ ряда выделенных выше гидрогеологических единиц. Так условно выделяется граница Валдайско-Тиманской впадины как на юге, где располагаются обособленные структуры — Днепровская, Ульяновско-Саратовская, так и структур в районе левобережных притоков Дона на Курско-Воронежском кристаллическом поднятии. Не менее сложна граница этой синеклизы на западе, где она соприкасается с Прибалтийским артезианским склоном; точно так же Днепровский артезианский бассейн, по-видимому, получает питание подземным путем со стороны Прибалтийского артезианского склона и отдает свои воды по южной и юго-восточной окраинам и т. д.

Чрезвычайно асимметричны южный (Крымский) и северный борта Причерноморской впадины, которые в основном выполнены палеогеном и неогеном. Особняком стоит Прикаспийская впадина — одна из самых сложных по своей тектонической природе, стратиграфии и литологии.

В связи с недостаточностью материала некоторые отмеченные выше структуры (первая, четвертая, восьмая) в данной работе не описываются, так же как не описываются и некоторые структуры второго порядка Валдайско-Тиманской синеклизы.

Более обстоятельное описание выделенных выше артезианских бассейнов начнем с Прибалтийского, который тесно связан с Валдайско-Тиманским и представляет как бы приподнятое западное крыло последнего.

V. МЕЖПЛАСТОВЫЕ ВОДЫ ПРИБАЛТИЙСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО СКЛОНА

Прибалтийский артезианский склон сложен породами кембрия, силура и девона, перекрытыми антропогеновыми отложениями. Небольшие выходы кембрия известны на рр. Ловати и Полисти. Отложения этого возраста обнаружены также в буровых скважинах у д. Раваничи, на Свирьстрое, в Чудове, в Тарту и в Даугавпилсе (Двинске). Силурские отложения точно так же выступают из-под покровов антропогена на узкой полосе, расширяющейся только в области так называемого силурского плато. Антропогеновые отложения достигают наибольшей мощности на Карельском перешейке.

КЕМБРИЙ И ЕГО ВОДОНОСНОСТЬ

Геологическое строение

Разведанная буровыми скважинами область выходов кембрийских и силурских отложений на поверхность невелика. Она тянется узкой полосой от устья Свири на востоке вдоль побережья Финского залива (рис. 19).

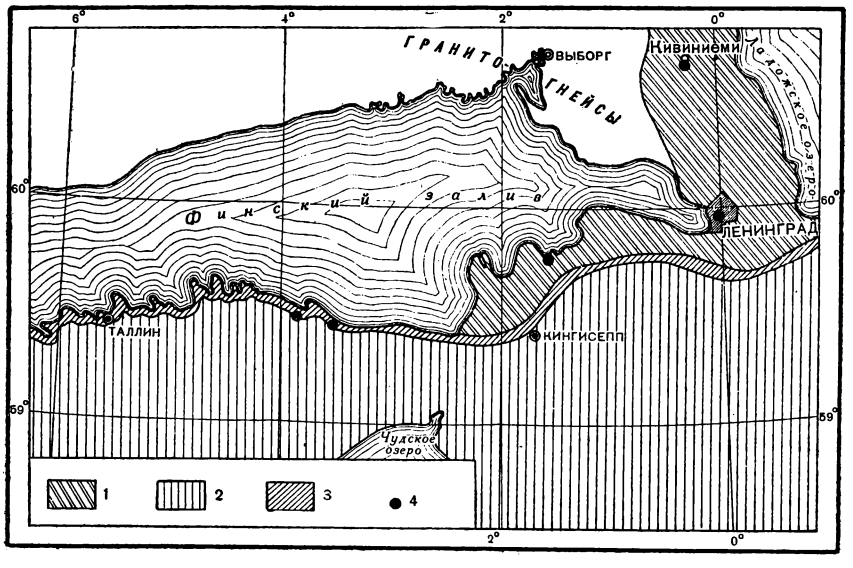


Рис. 19. Полоса выходов кембрия в основании глинта (по А. Н. Семихатову):
1 — распространение кембрия; *2* — распространение силура; *3* — выходы кембрия; *4* — буровые скважины

Выходы кембрийских отложений на дневную поверхность приурочены к так называемому глинту — террасоподобному уступу, который ограничивает с юга низменные участки, занятые Ладожским озером, Карельским перешейком и побережьем Финского залива от приподнятого силурского плато. К северу от глинта кембрий перекрыт толщей антропогена, достигающей мощности 150 м, а к югу от глинта он перекрыт силурскими отложениями, уходящими на юг под девон.

Сводный разрез кембрийских отложений (сверху вниз):

1. Оболовые пески и песчаники
2. Фукоидный песчаник
3. Эофитовый песчаник

} от 9 до 15 м мощности.

4. Синяя и голубая глина, содержащая в верхней части ламинаритовые прослои песка и песчаника — до 24 м мощности.
5. Песчаниковая толща: песчаники и пески с подчиненными прослойками глин — до 100 м мощности.

Артезианские воды нижней части кембрийских отложений

Строение кембрийских отложений, располагающихся вдоль глинта, было выяснено еще в 60-х годах прошлого столетия, когда на территории экспедиции заготовления государственных бумаг в Ленинграде (тогда Санкт-Петербурге) была в 1861 г. заложена первая буровая скважина, прорезавшая толщу кембрийских отложений и достигшая гранитной постели. Глубина скважины 200,45 м. Первые 26,94 м она прошла в антропогеновых отложениях, а далее углубилась в кембрийские. По данным этой скважины, питьевая вода была встречена только в нижних частях антропогеновых отложений на глубине от 23,76 до 26,94 м. В кембрийских отложениях были встречены два водоносных горизонта — один на глубине 118,21 м и другой на глубине 157,38 м. Вода обоих горизонтов оказалась солоноватой. Скважина фонтанировала (напор +11 м), и расход ее достигал около 35 л/сек. Позднее был заложен еще ряд скважин как в самом Ленинграде, так и в различных пунктах на побережье Финского залива и Ладожского озера, также вскрывших солоноватую воду.

С точки зрения водоносности кембрийских отложений обыкновенно выделяют песчаниковую толщу мощностью около 100 м, залегающую под синей глиной. Однако и верхние толщи синей глины, по-видимому, содержат отдельные незначительные водоносные прослойки, а также прослои песчаника, мергеля и сферосидерита. Основная песчаниковая толща погребена под уступом указанного выше глинта (гдовский водоносный горизонт).

Поводом для поисков пресных подземных вод для водоснабжения Ленинграда в 1861 г. послужило то обстоятельство, что еще ранее (в 1842 г.) в Таллине была получена бурением пресная вода из кембрийских отложений аналогичных ленинградским с глубины 100 м, причем вода в скважине поднялась более чем на 1 м выше уровня Финского залива. В период с 1861 г. по 90-е годы прошлого столетия на территории Ленинграда было заложено довольно большое количество скважин, данные которых были обработаны А. А. Иностранцевым. Изучение разрезов скважин показало, что даже на сравнительно близких расстояниях литологическое сложение кембрийских отложений несколько варьирует. Точно так же и глубина залегания гранитной постели не на всем пространстве города одинакова. Так, некоторые скважины, доведенные до глубины около 250 м, гранитов не встретили, хотя последние залегают в среднем на глубине 183—216 м от поверхности земли. Фонтанирование скважин в Ленинграде почти во всех случаях имело место в пониженных частях города, причем вода извлекалась иногда значительно выше, нежели это имело место в Ревеле. По данным К. И. Иванова, в буровой скважине, заложенной в 1884 г. в банях на углу Фонарного переулка и набережной р. Мойки, по окончании бурения вода била фонтаном выше 5-этажного дома; однако такое интенсивное фонтанирование продолжалось весьма недолго. Позднее уровень воды в трубе стал на одном уровне с поверхностью земли, а через 30 лет она была отмечена на глубине 6,4 м.

Характер движения воды в водоносной толще кембрия не установлен. Предположительно (Н. Ф. Погребов) воды движутся по трещинам песчани-

ковой толщи (жильная, флюационная вода). Однако, по данным некоторых буровых скважин, вода получена из грубозернистого песка (С. Г. Войслав).

При большом абсолютном напоре артезианские скважины Ленинграда дают небольшие удельные расходы — около 1—2 л/сек. Из немногочисленных наблюдений установлено, что депрессионная воронка при откачке воды из буровых скважин захватывает большую площадь. Так, например, указывают, что при расходе скважины до 25 л/сек, в соседней скважине, расположенной на расстоянии 1 км от первой, уровень понизился на 1 м; отсюда принимают радиус воронки равным 2 км.

Температура воды в самоизливающихся скважинах колеблется около 10—11°. По данным Н. Ф. Погребова, в нефонтанирующих буровых скважинах температура воды, начиная от поверхности с увеличением глубины примерно до 50—60 м, падает по некоторой плавной кривой; на более низких отметках температура так же плавно повышается. Данных, объясняющих причины перелома кривой на таких глубинах, пока не имеется (Н. Ф. Погребов).

Соленость воды кембрийских отложений также довольно сильно варьирует. Уже в первой скважине (1861 г.) по анализам, произведенным Струве, оказалось, что вода первого (антропогенового) горизонта дает плотный остаток 0,8887 г/л, вода второго горизонта (первого кембрийского) 2,2145 г/л, а вода третьего (второго кембрийского) 3,9572 г/л. При этом чрезвычайно характерно то обстоятельство, что сернокислых соединений ни в одном из горизонтов обнаружено не было, но зато хлор достигал весьма значительной величины — 1,116 г/л в первом и 2,660 г/л во втором кембрийских горизонтах.

Анализ вод, произведенный из других скважин, показал, что в некоторых случаях плотный остаток возрастает до 6,749 г/л.

Наиболее пресная вода в окрестностях Ленинграда была получена из буровой скважины в районе Сестрорецкого курорта — с плотным остатком всего 1,089 г/л. Глубина этой скважины 144 м. Она вскрыла 32,4 м антропогеновых отложений, а затем углубилась в кембрийские отложения, вскрыв при этом: а) серую глину до глубины 65,37 м, б) мелкозернистый серый песчаник до глубины 104,7 м, в) темно-синюю глину до глубины 124,5 м, г) мелкозернистый серый водоносный песчаник до глубины 144 м.

Скважина давала самоизливом до 7,2 л/сек. При наращивании труб до 12 м выше поверхности земли вода еще переливалась. Ниже водоносной породы буровая скважина углубилась в твердый розовый песчаник, в котором прошла до 165,4 м. Образцы пород, извлеченные из забоя скважины на этой глубине, дают основания предполагать, что здесь уже залегает кристаллическая порода, содержащая кварц, полевой шпат и черную слюду.

Сопоставление химического состава вод ленинградских буровых скважин с данными анализа таллинской скважины вызвало большое недоумение, так как там, как указано выше, была получена из кембрийских отложений пресная, вполне пригодная для питья вода (плотный остаток около 0,3 г/л). На это обратил внимание А. А. Иностранцев, который пришел к заключению, что водоносный горизонт, располагающийся в песчаниковой толще кембрия, распадается на ряд отдельных слоев, по которым вода проходит самостоятельно, приобретая по пути различное количество солей.

Учитывая своеобразный солевой состав кембрийских вод, установленный химическим анализом, пришлось отвергнуть мнение некоторых авторов, объяснявших солоноватость этих вод просачиванием в водоносные горизонты морской воды. По мнению А. А. Иностранцева, площадь питания кембрийских водоносных горизонтов находится к северу от Ленинграда в местности, расположенной значительно выше уровня моря, нежели террито-

рия города. При этом площадь питания для первого кембрийского горизонта располагается в 26 км, а для второго в 35 км от города. Так как некоторые скважины обнаружили в толще кембрия не 2 водоносных горизонта, а больше (до 5), то А. А. Иностранцев полагал, что площадь питания третьего водоносного горизонта располагается в 42, четвертого — в 43 и пятого — в 44 км от города. Таким образом, кембрийские отложения должны распространяться довольно далеко на север от города и, во всяком случае, по мнению А. А. Иностранцева, они должны подстилать не только антропогеновые образования Карельского перешейка, но распространяться и далее на север.

Тогда же было высказано мнение, что наблюдается некоторое опреснение воды в эксплуатируемых буровых скважинах. Однако тот же А. А. Иностранцев, сопоставляя повторные анализы из ряда скважин, отметил ошибочность такого представления. По-видимому, в основе его лежит либо неправильное толкование имевшихся анализов, либо использование недостаточно достоверных анализов. А. А. Иностранцев отметил, что систематическими наблюдениями, которые были проведены в 1882 г., было установлено лишь незначительное колебание количества плотных остатков в воде. Кроме этого, он сопоставил также три анализа, относящиеся к 1865, 1870 и 1873 гг. Эти анализы были произведены над пробами воды из нижнего горизонта скважины 1861 г. и точно так же показали, что на протяжении столь длительного периода (8 лет) наблюдалось ничтожное колебание количества хлора, достигающее всего 0,0165 мг/л.

Своеобразный химический состав вод из кембрийских отложений чрезвычайно понижает их народнохозяйственную ценность. Хотя, по мнению некоторых исследователей, эти воды своим солевым составом напоминают некоторые минеральные лечебные источники (Крейцнах), но концентрация солей здесь значительно меньше, и поэтому воды из кембрийских отложений могут быть использованы преимущественно для технических целей.

Представление А. А. Иностранцева о причинах минерализации вод из кембрийских отложений Ленинграда было отвергнуто Н. Ф. Погребовым, предложившим иное объяснение этому явлению. Он полагал, что «правильность предположений (А. А. Иностранцева) вызывает ряд сомнений; так, например, в какой же воде и в каком количестве должен содержаться в кварцевом песчанике хлористый натр, чтобы он мог давать такие растворы (около 2 г на 1 л) в течение столь долгого промежутка времени. Затем, если вопрос о возможном питании данного водоносного горизонта с севера представляется сколько-нибудь естественным для окрестностей Ленинграда, то для западного продолжения этого артезианского горизонта питание с севера совершенно исключено. Ведь на северном берегу Финского залива, а также среди залива на острове Готланд, против буровых скважин на цементных заводах Ассерии и Кунда, и в Ревеле (Таллин), выходят на поверхность кристаллические породы; следовательно, головы пластов пройденной этими скважинами нижнекембрийской свиты должны выходить где-нибудь на дне залива. Предполагать, что артезианский горизонт питается морскими водами, также нельзя, так как артезианские воды в последних трех пунктах сравнительно мало минерализованы и пригодны для питья, особенно в Ревеле, где они эксплуатируются с этой целью многочисленными буровыми скважинами. К тому же морская вода против Ревеля содержит минеральных солей почти в 20 раз больше, чем их имеется в ревельских артезианских водах, а следовательно, морская вода здесь являлась бы разбавленной огромным количеством какой-то пресной воды неизвестного происхождения, не говоря уже о различии в составе минеральных компонентов. Тогда возникает вопрос, откуда получает питание артезианский горизонт нижнекембрийских песчаников? По этому поводу Н. Ф. Погребовым уже высказывалось предположение, что так как к югу

от Финского залива, в б. Псковской и Минской губерниях известны выходы нижнего силура (унгулитовых песчаников), притом на отметках около 150 м над уровнем моря, то можно думать, что полого падающая к югу свита кембрийских отложений образует далее в этом направлении пологую синклинальную складку и что головы пластов нижнекембрийской песчаниковой толщи также выходят на поверхность где-нибудь в б. Минской или Псковской губерниях, будучи лишь прикрыты мощной толщей четвертичных отложений, и здесь, таким образом, может оказаться площадь питания нижнекембрийского артезианского горизонта. Условия питания и их характер остаются до настоящего времени, можно сказать, почти не освещенными».

По данным инженера Г. Я. Мейера, в Ленинграде и его окрестностях описано 115 глубоких буровых скважин, причем только 45 из них эксплуатируются. 33 скважины находятся в порядке, но вода из них по тем или другим причинам не используется, а 37 скважин заброшено. По данным этого же исследователя, в 1931 г. ленинградская промышленность потребляла из указанных 45 скважин ежегодно 32 449 м³ (около 380 л/сек) артезианской воды, т. е. около 42% всей потребности промышленности в воде покрывалось артезианской водой. Всю остальную воду промышленность получала за счет городского водопровода, откуда брала около 30% общего расхода водопроводной воды. Режимных исследований не велось, поэтому нет данных относительно того, каково оптимальное понижение уровня воды в скважинах при откачке, каков радиус действия скважин при том или ином понижении, каковы возможные максимальные расходы воды из скважин.

Одним из моментов, чрезвычайно затрудняющих систематическое изучение кембрийской водоносной толщи, является то, что обычно бурение производится без документации литологического состава разреза буровой скважины и без учета (количественного и качественного) отдельных встречаемых при бурении водоносных горизонтов.

Вне Ленинграда имеется мало скважин, освещающих гидрогеологические условия кембрийской толщи (рис. 19). Так, на Сясьстрое буровой в 331 м вскрыто три водоносных горизонта солоноватой воды (плотный остаток около 5—6,5 г/л) с расходом до 14 л/сек при понижении в 2,75 м. На ст. Чудово получена солоноватая вода из кембрия с глубины 285 м (плотный остаток 8 г/л). В Даугавпилсе кембрий встречен на глубине 536—585 м; в нем рассол — плотный остаток 106 г/л — получен самотеком. В Сестрорецке плотный остаток достигает 1,089 г/л. Пресная вода получена из кембрийских отложений в Тарту (б. Юрьев).

В Тарту в 1903 г. буровой колодец прошел следующие породы (определения И. Ф. Синцова [75]):

Постплиоцен:	До глубины, м
1. Песок с примесью перегноя	1,7
2. Желтый песок с гальками; диктионемовый сланец	2,43
3. Желтовато-серый сланец	4,08
4. Черный сланец с железным колчеданом, фукоидный и унгулитовый песчаник	4,62
5. Белый мелкий песок	8,53
6. Синяя кембрийская глина, местами песок	59,31
7. Синяя кембрийская глина с охристыми пятнами	78,51
8. Зеленый песчаник	96,86
9. Белый крупный песок	98,90
10. Серый мелкий песок	116,50
11. Мягкий песчаник	130,15
12. Твердый водоносный песчаник	134,81

Вода стоит от поверхности в 20 м. Производительность колодца 3,5 л/сек. Качество воды определяют анализы, приведенные в табл. 2.

В 30-х годах был закончен ряд глубоких буровых скважин в районе Северной Двины. Средняя (надэофитоновая) часть кембрия вскрыта в Даугавпилсе на интервале 536—558 м; буровая скважина дала фонтан крепкого рассола горько-соленой воды (103 г/л).

Таблица 2

Анализы воды в г. Тарту (мг/л)

Дата	Плотный остаток	CaO	MgO	Cl	SO_4	Жесткость в градусах	
						общая	постоянная
IV—1903	309,0	65,0	29,37	65,67	4,62	10,6	4,2
VII—1903	329,3	68,4	27,04	85,87	9,48	10,63	5,99

В самое последнее время по южной окраине Прибалтийского артезианского бассейна в пределах Литвы и Западной Белоруссии пробурен ряд скважин, проливающих новый свет на гидрогеологические условия этой полосы. Как известно, в этом направлении из области верхнего Днепра к Балтийскому морю протягивается выступ кристаллического фундамента хребтообразного облика, представляющий продолжение на запад Курско-Воронежского кристаллического выступа. Поверхность этого кристаллического хребта поднимается местами до положительных отметок, образуя два выступа, разделенных глубокой впадиной.

В сторону Балтийского моря фундамент быстро погружается до глубины около минус 2,5 км. Интерес представляет то обстоятельство, что поверхность палеозойских пород (кембрий, силур, девон), падающих отсюда к северу и северо-западу, перекрываются системой пластов, сложенных пермскими, триасовыми, юрскими и меловыми отложениями (а на самом западе — карбоном), имеющих общие падения на юг. Таким образом, наблюдается перекрытие краевых частей Прибалтийского бассейна краевыми частями Балтийско-Карпатского бассейна.

Здесь водоносные напорные горизонты, местами самоизливающиеся, обнаружены как в архейских породах, так и в докембрийских, кембрийских и силурских. При этом на пространствах, приподнятых кристаллическим фундаментом, находятся пресные бикарбонатные воды (плотный остаток менее 1 г/л), а по мере погружения этих толщ концентрация водных растворов повышается до величин более 100 г/л и характер минерализации меняется от бикарбонатокальциевого до хлористонатриевого.

В местах усиленного водозабора (Ленинград, Таллин и др.) уже наметились значительные снижения напора вод с радиусом влияния более 20 км.

СИЛУР И ЕГО ВОДОНОСНОСТЬ

Сводный разрез силурских отложений	Мощность, м
1. Кегельские, везенбергские, ликгольмские и борнгольские известняки и доломиты	до 50
2. Иевские и кукерские сланцы	„ 10
3. Эхиносферитовые известняки	„ 40
4. Вагинатовые (ортоцератитовые) известняки	„ 30
5. Глауконитовый известняк с трилобитами	„ 12
6. Глауконитовый песок с трилобитами	„ 3
7. Диктионемовый сланец	„ 3,5
8. Унгулитовый (оболовый) песчаник	„ 20

Артезианские воды силурских отложений

Как выше указано, силурские отложения, как и кембрийские, разведаны больше в узкой полосе, окаймляющей с юга последние. Однако к западу от железнодорожной линии Ленинград — Псков южная граница выходов силурских отложений отодвигается от выходов кембрийских пород и, таким образом, здесь мы имеем довольно широкое поле силурских отложений, местами достигающее ширины 50 км. Силурские отложения слагают высокое плато, расположенное к юго-востоку от Ленинграда. Здесь они выступают частью непосредственно на дневную поверхность, достигая отметок 150 м (абс.), частью скрыты под ледниковыми образованиями различной мощности. Силурские отложения обладают общим падением к югу и вследствие этого скрываются под девонскими отложениями. В течение континентального периода, разделявшего время отложений силурских и девонских осадков, первые были в значительной степени размыты; вследствие этого девонские отложения лежат на различных горизонтах силура. Так, на р. Луге между д. Кленго и Порховской колонией под девоном непосредственно лежит ортоцератитовый известняк. Выше по правому берегу Луги и по правым притокам ее близ деревень Пустомержи и Гормы лежит слой кукерского сланца. В долине р. Хревицы близ села Ястребина девон налегает уже на верхние слои иевского яруса, а километрах в восьми от Ястребина выходят известняки кегельского яруса. Силурские отложения согласно налегают на падающую к югу кембрийскую синюю глину, которая является основным водоупорным горизонтом для известняков доломитовых толщ (падают к юго-юго-востоку под углом около 25°).

Площадь выходов на дневную поверхность силурских отложений естественно является областью питания, где формируется грунтовый поток, направляющийся в основном далее к югу и переходящий в артезианский. Северная окраина силурского плато, прилегающая к ленинградской котловине, славится своими ключами, представляющими выходы карстовых водотоков.

В нижнесилурских толщах, представленных в основном трещиноватыми и закарстованными известняками, наблюдается обильная обводненность в центральных частях Прибалтики. В более северных областях, где эти породы выступают на дневную поверхность, наблюдаются многочисленные родники с неустойчивыми расходами. Отдельные родники дают в сезоны максимума (весна, начало лета) расходы до 500 л/сек (Таицкие, Хревицкие и другие родники).

К югу известняковая толща погружается под вышележащие породы. В районе г. Плявинаса она лежит на глубине более 760 м и содержит соленую воду.

В западной части Прибалтики широко используются воды известняков верхнего силура. Отдельные водозаборы дают 3—5 л/сек пресной воды. Однако вблизи Балтийского побережья имеются скважины, даже не особенно глубокие, которые дают солоноватую воду, что, по мнению некоторых исследователей, указывает на подток морских вод.

В 1894—1895 гг. область силурских известняков изучалась в связи с необходимостью поисков источников водоснабжения для Санкт-Петербурга. Программа весьма детальных исследований была разработана геологами С. Н. Никитиным, Л. И. Лутугиным и Н. Ф. Погребовым. Исследования установили, что мощность известняков колеблется от 9 до 40 м, они сильно трещиноваты как по плоскостям напластования, так и по нормали к ним. Собственно артезианские воды практического значения были встречены на ограниченном пространстве, а именно — в буровых скважинах близ деревень Коприково, Сализи, Парицы. Других пунктов, где была бы вскрыта

артезианская (восходящая) вода из силурских известняков, до сих пор не установлено.

Можно думать, что на отдельных, более или менее обширных участках плато существуют в той или иной степени изолированные водоносные горизонты, характеризующиеся различными напорами до самоизливающихся буровых скважин.

«В некоторых случаях установлено взаимодействие буровых на расстояниях до 200 м с потерей до 60% водоотдачи, тогда как в других случаях контрольные скважины, расположенные на 15 м одна от другой, совершенно различно отзывались на откачку из опорной скважины. При пробной откачке из Парицкой скважины при заборе воды в количестве 13 л/сек уровень воды в опытной скважине, расположенной в 15 м к западу от первой (Парицкой), понижался на 0,688 м; в скважинах, расположенных по направлению к северу от Парицкой на расстоянии 15 и 30 м, понижение в ближайшей было всего 0,044, в следующей — 0,040 м. Таким образом, вычисление водопропускной способности известняков по формуле Тима давало бы совершенно различные результаты, если принимать понижения по первому или второму направлению... Весьма характерным примером может служить также повторный опыт откачки из той же опытной скважины, когда уровень воды в более отдаленной наблюдательной скважине понижался более значительно, чем в ближайшей, так что депрессионная кривая давала против последней скважины перелом» (А. Н. Семихатов [73]).

При бурении этой же скважины выяснилось, что при закреплении ее трубами последовательно на различные глубины и при отборе воды из различных зон известняков было установлено значительное уменьшение расхода: при откачке с глубины 10,4 м получалось 24,19 л/сек

»	»	22,3	»	16,85	»
»	»	27,5	»	12,33	»
»	»	30,3	»	5,88	»

Это свидетельствует о сравнительно быстром в данном разрезе затухании трещиноватости и закарстованности с глубиной.

Расходы самоизливающихся скважин достигают значительной величины; так, например, самоизливающиеся скважины у д. Сализи давали 29 л/сек; отдельные скважины давали самоизливом около 5,9 л/сек. При понижении уровня откачкой на 1 м буровая у д. Озёры давала около 14 л/сек.

Воды силурских известняков отличаются повышенной карбонатной жесткостью, достигающей в некоторых случаях 24°; воды из оболовых песков и песчаников мягче, но иногда содержат до 6 мг/л железа.

К югу отсюда в силуре обнаружены солоноватые воды. Так, на ст. Чудово известняки и доломиты залегают на глубине 93—283 м, в них вода имеет на глубине 104 м—3,380 г/л и на глубине 175—230 м—5,5 г/л плотного остатка. В г. Вольмаре в известняках силура на глубине 168—242 м в солоноватой воде (плотный остаток 6,3 г/л) были обнаружены бром, йод, литий. Однако в Гдове плотный остаток достигал всего 0,3 г/л.

ДЕВОН И ЕГО ВОДОНОСНОСТЬ

В пределах Прибалтийского артезианского склона девонские породы, как и кембрийские и силурские, полого падают на юг. Их выходы на дневную поверхность располагаются несколько южнее выходов силура, слагающих «Силурское плато».

Стратиграфия девонских отложений

В пределах Прибалтийского артезианского склона развиты средне- и верхнедевонские отложения. Мощность этих отложений, по всей вероятнос-

ти, не превышает 300 м. Вся толща девонских отложений здесь обычно разделяется на три серии: нижнюю песчано-глинистую (средний девон — $Д_2$), среднюю известняково-доломитовую (нижняя часть верхнего девона — $Д_3^1$) и верхнюю, подобно нижней также песчано-глинистую (верхняя часть верхнего девона — $Д_3^2$).

Нижняя песчано-глинистая толща, относимая к верхам среднего девона, характеризуется наличием остатков панцирных рыб. Она залегает на размытой поверхности силура. Для этого раздела девона указывает-

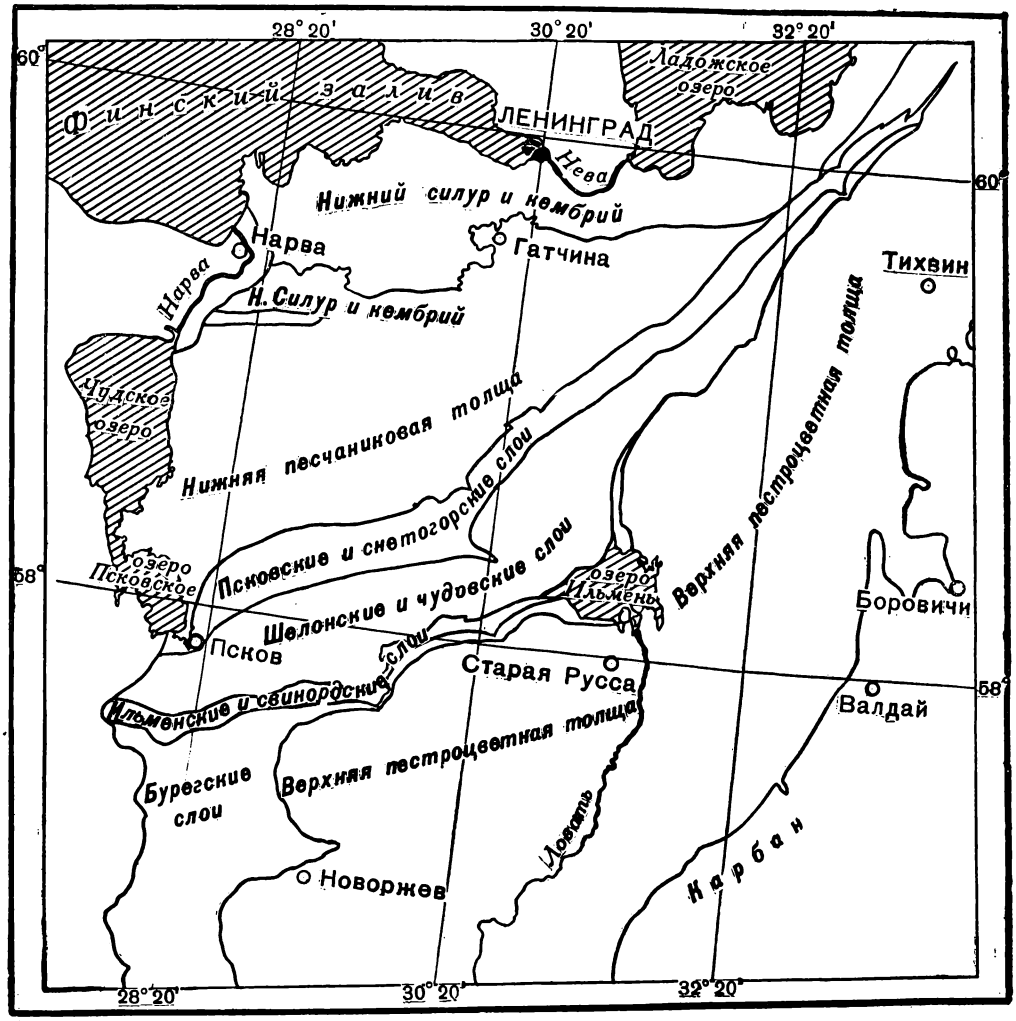


Рис. 20. Схема северо-восточной части Главного девонского поля — Ленинградская область (по Р. Ф. Геккеру, 1931 г.)

ся наличие мощной толщи песков и песчаников преимущественно красного цвета. Глинистые отложения представляют сравнительно редкие и маловыдержанные прослои, обычно также окрашенные в красноватые и реже в зеленоватые цвета. Эта толща несомненно континентального происхождения, местами она соленосна.

Мощность нижней песчано-глинистой толщи наибольшая в серединной части Главного девонского поля. В районе Минска она больше 133,5 м, в

Старой Руссе превышает 110 м, а к западу от Валдайской возвышенности — около 150 м, но к северу и югу мощность этой толщи значительно падает.

Известняково-доломитовая толща относится уже к верхнему девону; она преимущественно представлена известняками морского происхождения, но включает также прослои доломитов, мергелей и гипсов. Благодаря наличию многочисленной и разнообразной фауны (преимущественно брахиоподы) ее с 30-х годов XX в. расчленяют (Р. Ф. Геккер) на 7 палеонтологически охарактеризованных горизонтов: снетогорские, псковские, чу-

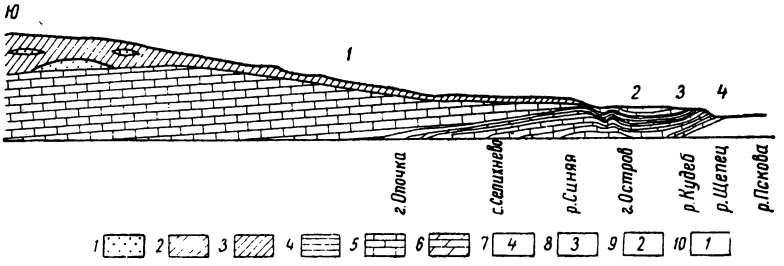


Рис. 21. Продольный схематический геологический разрез по р. Великой (составлен Е. Ф. Левиной):

1 — пески; *2* — супеси; *3* — суглинки; *4* — глины; *5* — известняки и доломиты; *6* — мергель; *7* — чудовская свита; *8* — шелонская + свинордская свиты; *9* — ильменская свита; *10* — бурегская свита

довские, шелонские, свинордские, ильменские и бурегские слои (рис. 20 и 21). По направлению к северо-востоку известняковая толща замещается песчано-глинистой того же возраста (рис. 22).

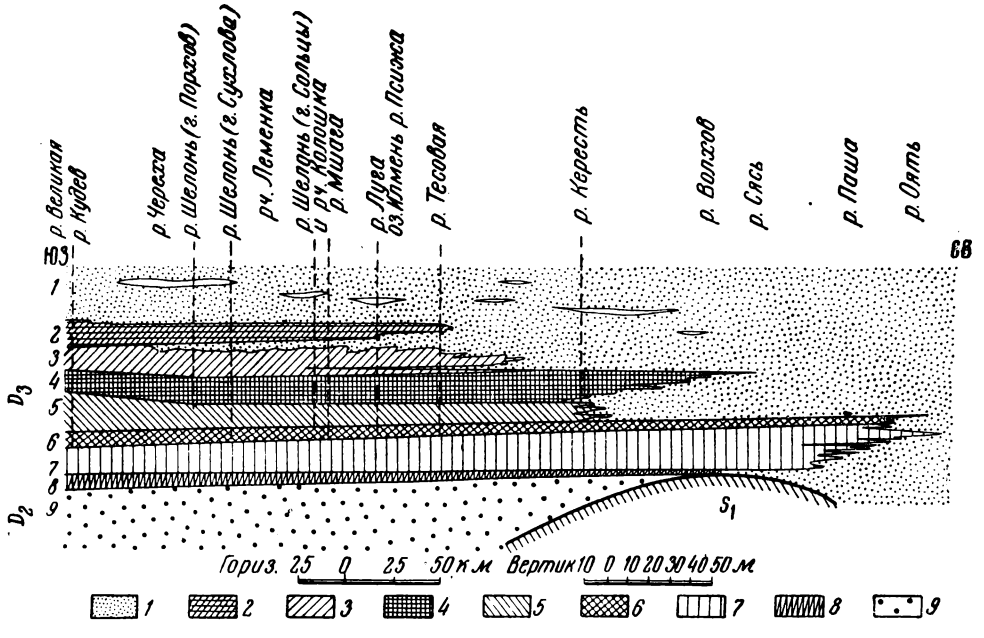


Рис. 22. Геологический разрез через Главное девонское поле от р. Великой до р. Оять (по С. С. Кузнецову).

Свиты: *1* — верхнедевонские; *2* — бурегские; *3* — ильменские; *4* — свинордские; *5* — шелонские; *6* — чудовские; *7* — псковские; *8* — снетогорские; *9* — среднедевонские пески; S_1 — силур

Мощность известняково-доломитовой толщи колеблется около 70 м; прослои глин развиты здесь преимущественно в ее основании и

в верхней части, причем в некоторых случаях в них обычны прослои гипса. В северо-восточном направлении известняковая толща фациально постепенно переходит в песчанистую. Таким образом она сливается с верхней песчано-глинистой толщей.

Верхняя песчано-глинистая толща представляет, как и нижняя, преимущественно континентальные образования, включающие остатки панцирных рыб. Однако в отдельных прослоях здесь несомненно имеются и морские отложения, характеризуемые присутствием брахиопод и пелеципод.

Верхняя песчано-глинистая толща характеризуется меньшим количеством соленосных прослоек, особенно в верхней части. В районе Свирьстроя эта толща, по-видимому, превышает 100 м мощности. В юго-западном направлении намечается смена отложений верхнего девона в обнажениях отложениями среднего девона.

Водоносность девонских отложений

Как уже указывалось, девонские отложения выступают на дневную поверхность примерно по линии, проходящей через Даугавпилс (Двинск), Десну, Лепель, Оршу, Горки. К северу от этой линии до самых пределов его распространения в Прибалтике девон покрывается лишь более или менее мощными антропогеновыми отложениями и нередко обнажается по речным долинам. К югу от указанной линии выходов девонских пород на дневную поверхность нет.

Водоносность нижних толщ девона ($Д_2$). Девон Прибалтийского артезианского склона, падающего в сторону указанного ранее хребтообразного поднятия кристаллического фундамента и к Балтийскому морю, освещен в гидрогеологическом отношении рядом буровых скважин, вскрывших пресную воду. Для примера ниже приводятся данные о буровых скважинах, расположенных в Лиепае, Риге и Тарту, по И. Ф. Синцову [75].

Сооруженный в 1899 г. в Лиепае буровой колодец проведен в следующих породах (разрез схематизирован):

	До глубины, м
1. Послеледниковые пески (в них на глубине 3 м вода)	10,05
2. Глина с валунами	19,8
3. Пласты зеленой и красной глины	28,9
4. Песок с водой	29,4
5. Известняк	30,8
6. Красная глина	43,0
7. Известняк в верхней части с прослоями красной глины	49,7
8. Песчаник с прослоями глины	51,2
9. Известняк с прослоями глины	62,4
10. Водоносный доломитовый известняк	66,0

Вода установилась на глубине 6 м от поверхности. Ее концентрация показана в табл. 3.

Таблица 3

Химический состав воды из колодца в Лиепае (мг/л)

Дата	Плотный остаток	CaO	MgO	NH_4	N_2O_3	N_2O_5	Cl	SO_3	Жесткость в градусах	
									общая	постоянная
1899 г.	330,8	77,8	47,8	**0,3**	1,0	0	8,8	34,3	14,4	6,8
1902 г.	333,6	78,0	47,6	—	—	—	—	36,0	14,5	5,6
1904 г.	306,0	70,6	45,5	—	—	—	12,4	32,6	13,4	—

Сооруженный в том же году в Риге буровой колодец проведен в следующих породах (разрез схематизирован) :

		До глубины, м
	1. Послеледниковые а) песчаная глина и	8,2
	б) водоносный песок	19,8
$Д_2$	2. Красная глина внизу с песком	24,4
	3. Песчаник	27,1
	4. Красная глина с прослоями известняка и песка	78,6
	5. Красная глина и песчаник, в котором с глубины около 83 м показалась вода	90,8
	6. Красная глина	93,4

Вода стоит на 8 м ниже поверхности земли. Производительность до 5 л/сек. Концентрация воды приводится в табл. 4.

Таблица 4

Химический состав воды из колодца в Риге (мг/л)

Дата	Плотный остаток	CaO	MgO	Жесткость в градусах	
				общая	постоянная
X—1901	471,40	93,60	51,03	16,5	7,8
X—1902	454,0	111,6	40,7	16,8	—
IV—1903	490,4	96,4	50,5	16,7	7,8
V—1905	465,8	98,8	54,2	17,4	7,0

В Латвии, по данным Я. Витыньш [9], «наиболее высокие напорные уровни имеют подземные воды песчаников среднего девона $Д_2$ а; они поднимаются в северной части равнины Лубанского озера до 105 м над уровнем моря и дают во многих местах самоистекающие артезианские воды, подымающиеся иногда до 15 м над поверхностью земли. В направлении Рижского залива напорные уровни понижаются (в Риге лишь 2 м, а на взморье около Кемери 0,5 м над уровнем моря). Это объясняется отчасти передвижением вод песчаника в более высокие водоносные горизонты и выходом их на дневную поверхность, а отчасти, может быть, непосредственным выходом в Рижский залив» (рис. 23).

В г. Тарту буровой колодец углубился в следующие породы:

		До глубины, м
	1. Послеледниковые пески	8,5
	2. Морена с подстилающим ее валунником	18,9
$Д_2$	3. Мелкие и крупные розовые и красные пески	43,0
	4. Мергель и глины серые и красные	48,8
	5. Мелкий розовый песок с пропластками глины в 5 м	65,6
	6. Серый мергель с прослойками глины и песка водоносного	100,2
	7. Серый песчаник водоносный	104,8

Вода стоит на 14 м ниже поверхности земли. Производительность колодца до 1,5 л/сек. При стоянии вода выделяет бурый осадок. Приводимые

И. Ф. Синцовым анализы этой воды указывают на значительные колебания ее концентрации (табл. 5.).

В нижней песчано-глинистой толще северных участков Главного девонского поля существенно наличие явлений карста, что в общем для подоб-

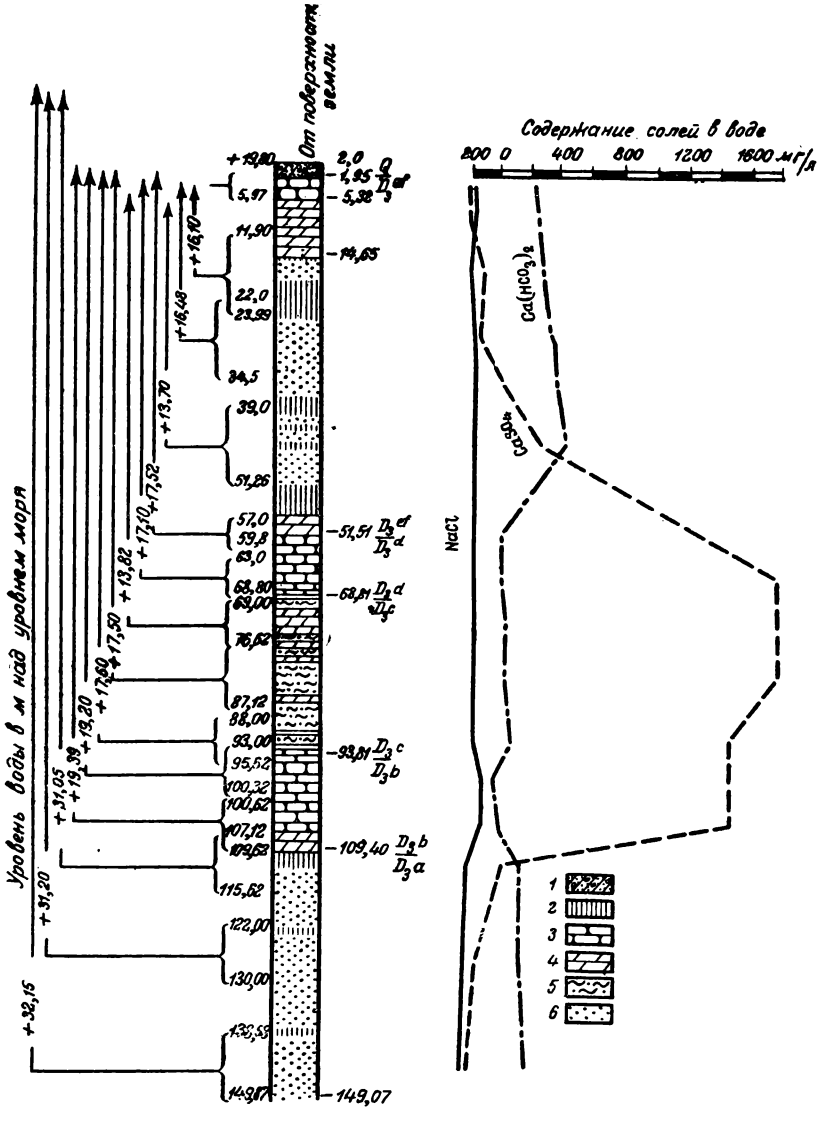


Рис. 23. Буровая скважина в Иецава у молочного завода — Латвия (по Я. Витыньшу):

1 — морена; *2* — суглинки; *3* — доломиты; *4* — доломиты, суглинки и мергели; *5* — гипс; *6* — пески и песчаники

ного типа отложений встречается довольно редко. На наличие подобного рода явлений впервые обратил внимание И. А. Егунов [28], который в одной из своих работ пишет:

«Наблюдая древний красный песчаник в обнажениях, мне приходилось констатировать пещеры, иногда далеко уходящие вглубь, с устьями,

превращенными в большие гроты. Иногда по дну этих пещер текут обильные ручьи холодной, пресной на вкус воды».

Таблица 5

Химический состав воды из колодца в Тарту (мг/л)

Дата	Плотный остаток	CaO	MgO	Жесткость в градусах	
				общая	постоянная
III—1901	156,4	42,6	14,27	6,26	3,62
X—1902	421,0	118,4	49,1	18,71	7,24
IV—1903	405,8	124,0	36,3	17,48	—
IV—1904	291,6	54,4	50,8	12,05	—
IV—1905	275,8	53,8	48,3	12,14	5,56

По мнению А. Н. Семихатова [73], эти наблюдения имеют большое значение, потому что «описанные явления должны указывать на значительную выщелоченность песчаниковой толщи, по крайней мере до уровня рек, и, следовательно, на возможность извлечения из нее пресной питьевой воды. С другой стороны, самый факт значительного размывания и выщелачивания в песчаниковой толще указывает на возможность наличия и таких мест, где эти процессы идут в меньшем масштабе и, следовательно, вода может быть более или менее минерализованной. Наиболее вероятно встретить минерализованную воду в глубоких слоях, где циркуляция вообще затруднена. Это положение как будто вполне согласуется с новыми данными бурения глубоких скважин, когда наряду с горизонтами с хорошей пресной водой были обнаружены соленые воды (Минск — новая девонская скважина городского водопровода, а также последняя глубокая скважина в Смоленске)».

Сопоставляя данные буровых скважин, располагающихся в полосе от Гдова близ Чудского озера до Смоленска на Днепре, их гипсометрическое положение, глубины водоносных слоев и уровней воды в них, А. Н. Семихатов приходит к мысли о том, что существующие водозаборные буровые скважины получают воду из различных частей толщи. Так как пункты, в которых в настоящее время вода забирается буровыми скважинами, расположены на большом расстоянии друг от друга, то, конечно, вполне естественно предположить, что и литологический состав и условия залегания водоносной толщи не идентичны в пределах этой полосы. Это тем более вероятно, что даже в случае наличия близко расположенных друг к другу буровых скважин, например на территории одного города, имеются довольно существенные различия в топографических характеристиках отдельных элементов скважин: глубина водоносных слоев, уровни воды в скважинах, а также качество воды отдельных водоносных горизонтов песчано-глинистой толщи не одинаковы. Так, по данным Е. В. Оппокова [62], в Минске вода поднималась:

при глубине скважины в 156,00 м до +2,13 м
» » » » 163,07 м до +4,42 м
» » » » 239,57 м до +5,64 м

Таким образом, различие напора в данной скважине выражено весьма отчетливо и достигает +3,5 м. В скважинах, расположенных на близких расстояниях друг от друга, наблюдается влияние одной скважины на другую при заборе из них воды. Это взаимное влияние скважин было подробно выяснено при гидрогеологических исследованиях девонского водоносного

горизонта в Минске, в связи с поисками источников водоснабжения этого города.

Обследованные скважины располагались на расстоянии друг от друга от 52,5 до 106 м.

Подобное явление было описано и для Могилева, где в 1931 г. была сооружена скважина на расстоянии 240 м от старой. При водозаборе из новой скважины (около 30 л/сек с понижением уровня на 15 м от статического) старая скважина уменьшила свой самоизлив на 3,6 л/сек. Несмотря на то что наблюдения над влиянием скважин друг на друга при их эксплуатации имеют огромнейшее практическое значение, так как позволяют планировать дальнейшее развитие сети буровых скважин и эксплуатации воды из водоносного горизонта, тем не менее практических работ с целью установления режима воды в эксплуатируемых скважинах до сих пор не ведется.

Качество воды, получаемой из этих скважин, в общем вполне приемлемо. Так, для Гдова, Минска (скважина № 1), Витебска (самоизлив до 7 л/сек) и Могилева анализ при температуре 105° дает величины плотного остатка от 0,190 до 0,284 г/л. Исключение представляет скважина № 4 в Минске, где плотный остаток пробы воды, взятой с глубины 348 м, оказался равным 1,6 г/л, а с глубины 352,0 м—6,1 г/л. Эта буровая скважина дала самоизливом около 2 л/сек, а при понижении на 17—18 м — до 30 л/сек с глубины 390 м (абс.— 201 м). Также и в Бобруйске солоноватая вода получена с глубины 258 м (абс.— 172 м).

По-видимому, именно в направлении Днепровской долины у Смоленска и Могилева наблюдается распространение девонских толщ нижней песчаниковой свиты и связанных с ними подземных вод в пределы Днепровской впадины, наклоненной на юго-восток.

Водоносность известняково-доломитовой толщи. С гидрогеологической точки зрения известняково-доломитовая толща верхнего девона представляет самостоятельную водоносную систему. Как уже указывалось, мощность этой толщи достигает 70 м. Старые буровые скважины, из которых можно было бы почерпнуть сведения о гидрогеологических условиях этой толщи, обладают рядом дефектов, в частности в большинстве случаев отсутствуют абсолютные отметки устьев этих скважин. Вследствие этого нельзя точно представить условия залегания водоносных толщ. Несомненно, что в известняково-доломитовой толще мы имеем дело с водами жильного характера. Однако распределение трещиноватых разностей в толще не установлено, отсюда и неопределенность прогноза тех глубин, на которых можно ожидать появления воды в скважинах. В большинстве случаев скважины, вскрывшие воды в указанной толще, не дали самоизливающейся воды; однако восточнее, уже в пределах Валдайско-Тиманской синеклизы самоизлив наблюдается, например, в Великих Луках, Порхове, в Опочке, в Смоленске и в Ярцеве, причем, по данным И. Ф. Синцова, в Порхове на б. казенном винном складе вода поднималась над уровнем земли на 14,6 м. По химическому составу и эта толща в большинстве случаев дает воды хорошего качества, хотя иногда анализы и вызывают некоторые сомнения.

Интересные сведения о водоносности толщ девона ($Д_3^1$) в Латвии дает Я. Витыньш. По его данным, в некоторых случаях по мере углубления скважин напор воды нарастает, так что скважины дают самоизливающуюся воду.

Во всех случаях, когда известняково-доломитовая толща располагается выше уреза рек, вода в ней пресная. Однако в водоносных слоях, богатых гипсом, плотный остаток повышается за счет увеличения ко-

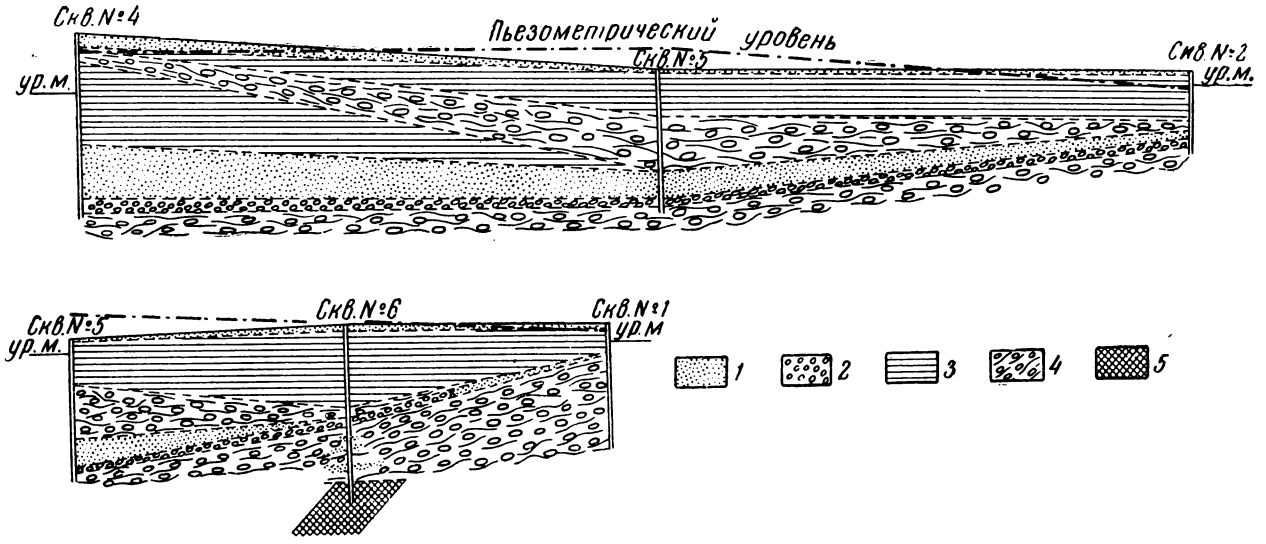


Рис. 24. Гидрогеологические разрезы Полюстрово-Охтинского района (по П. И. Бутову).
Антропогеновые: *1* — песок; *2* — гравий; *3* — слоистая глина; *4* — валунная глина. Кембрий: *5* — глина

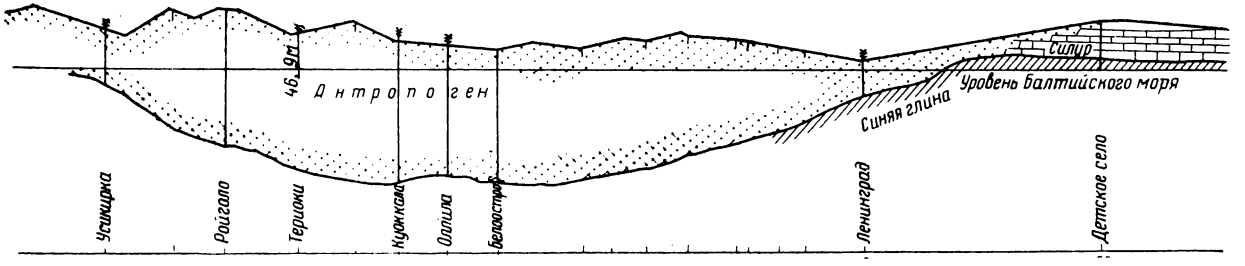


Рис. 25. Разрез по линии Детское Село — Усикирка (по А. И. Дрейеру)

личества сульфатов (рис. 23) и постоянная жесткость воды увеличивается до 80°. По Я. Витыньш, в свите верхнего девона ($Д_3^1$) вследствие растворения гипса имеются пустоты, весьма облегчающие передвижение воды.

В минерализации подземных вод особенное значение имеют бикарбонаты и сульфаты; хлоридов обычно мало, значительные количества их найдены в нескольких глубоких буровых скважинах (Даугавпилс, Валмиера, Лиепая, Вентспилс).

Водоносность верхней песчано-глинистой толщи. Как уже отмечено, верхняя песчано-глинистая девонская толща в общем литологически сходна с нижней. Однако площадь ее распространения значительно меньше и главным образом уже в пределах Валдайско-Тиманской синеклизы, при описании которой даны сведения о водоносности этой толщи.

АНТРОПОГЕН И ЕГО ВОДОНОСНОСТЬ

Сводный разрез антропогена на Карельском перешейке

	Мощность, м
1. Почва и культурный слой	до 0,75
2. Надморенная глинисто-песчаная толща	» 15
3. Верхняя морена (линзовидная)	» 15
4. Межморенная песчанистая водоносная толща	» 6
5. Нижняя серая морена	» 70
6. Подморенная песчанистая водоносная толща с гравием, галькой, реже прослоями глины	
7. Синяя глина кембрия или граниты	» 40

Артезианские воды антропогеновых отложений. В антропогеновых отложениях окрестностей Ленинграда артезианские воды обнаружены: а) в районе Большой Охты, где имеются самоизливающиеся буровые скважины (рис. 24); б) по линии Октябрьской железной дороги (бывшая Финляндская ветка) (рис. 25).

В первом из указанных районов наиболее обстоятельно описана С. А. Яковлевым [93] буровая в Охтинской лесной даче. Ниже приводится описание разреза этой скважины (несколько нами схематизированное).

«Скважина была заложена среди валунных суглинков в 47 квартале дачи в саженях 25 от дороги в Колтуши; суглинки в некоторых местах содержат много валунов, как это можно видеть в разрезах по дренажным канавам. Местами валуны лежат непосредственно на поверхности и достигают 1 метра и более в диаметре. По составу среди валунов преобладает свежий серый гранит и гранит-порфир рапакиви.

Абсолютная высота поверхности в месте заложения скважины 6,5 сажен (13,84 м).

Хотя скважина и не прошла всей толщи четвертичных отложений в Охтинской даче, тем не менее данные этой скважины нельзя не признать очень интересными. Эта скважина, во-первых, установила, что толща четвертичных наносов очень велика и превышает 17 сажен (36,4 м). Далее скважина показала, что среди наносов имеются две морены, разделенные друг от друга межморенными отложениями в 15 сажен (35 м) толщиной. Толщина верхней морены составляет около 2,8 м, мощность же нижней

морены осталась не пройденной, но, во всяком случае, она не менее 2,1 м. Затем скважина обнаружила, что не полосатые глины прикрывают моренные валунные суглинки, как это принималось Целлариусом, а моренные отложения подстилаются полосатыми глинами, которые и держат на себе верхний незначительный слой грунтовых вод. Небезынтересным является и открытие в Охтинской даче глубокого горизонта грунтовых вод, прекрасного качества и подымающихся кверху восходящей струей».

Кроме этой буровой скважины, в районе Большой Охты есть еще ряд буровых на воду скважин, описанных П. И. Бутовым [6]. Во всех скважинах наблюдается напор, а в трех случаях и самоизлив. Основные данные по этим скважинам сведены в табл. 6.

Таблица 6

Сводные данные буровых скважин в районе Большой Охты

№ скважин	Глубина (м)			Относительный напор	Жесткость в градусах	Температура в град. Цельсия
	общая	I водоносн. горизонта	II водоносн. горизонта			
1	31,9	2,1	5,8	—2	9,6	—
2	21,9	2,7	20,0	—8	5,0	6,5
3	38,3	—	—	фонтан	—	6,4
4	47,4	—	42,0	—5,8	—	—
5	37,4	—	—	+5,8	4,0	6,2
6	46,3	—	—	—3,05	—	—
7	37,8	—	—	+4,6	3,5	6,4
8	44,9	—	—	—	—	—

Напорная вода из этих буровых определяется во всех случаях, как хорошая питьевая, хотя в первом (грунтовом) горизонте иногда наблюдается хлор и сероводород. В некоторых случаях в напорной воде много железа, вызывающего отложения окислов железа на обсадных трубах. По-видимому, везде вода принадлежит межморенным образованиям.

По линии Детское Село — Усикирка буровые скважины, получающие воду из антропогеновых образований, достигали 140 м глубины.

Собравший данные А. И. Дрейер [23] указывает на то, что бурение скважин «производилось способом с промывкой водой, почему о свойствах и составе пород, заполняющих котловину, приходится судить только по остаткам, которые выносились водой из скважины. Ввиду этого в определении пород возможны некоторые неточности». Указанный автор дает нижеприводимую общую характеристику водоносности этого района.

Начиная с половины расстояния между Детским Селом и Ленинградом и далее к северу от ст. Периярви, коренные породы глубоко размыты и замещены антропогеновыми отложениями, в размещении которых с юга на север наблюдается следующая последовательность. Размытые силурские известняки замещены в районе Пулкова озерно-торфяными отложениями, а в районе Ленинграда древним песчано-глинистым аллювием Невы. У Ленинграда и далее на север размыты и верхние толщи кембрия, замещенные мощными толщами ледниковых образований, перекрытых озерными песчаными образованиями послеледникового времени.

В петрографическом отношении толща ледниковых образований довольно однообразна. Это валунные глины и валунные и безвалунные гравий, пески и суглинки, образующие пласты различной мощности и нередко небольшого распространения, так что одинаковые по петрографическому составу пласты встречены буровыми скважинами на разной глубине и оказывались весьма различной мощности — результаты локальной эрозии и аккумуляции. Поэтому и водоносные пласты залегают на различных глубинах; они часто линзовидного характера и обычно обладают не очень большими расходами. Хотя буровые скважины вдоль линии железной дороги расположены довольно высоко над уровнем моря (до+31 м абс.), почти все они дают воду самотеком. Понятно, что самоизлив больше у тех скважин, устья которых расположены на более низких отметках. За область питания водоносных пластов принимается возвышенность, протягивающаяся вдоль перешейка и достигающая отметок от +80 до +120 м абсолютной высоты (по Тилло).

По качеству вода безупречна; только в немногих буровых закись железа достигает 0,01 г/л, что придает воде слабый привкус и запах ржавчины.

Ниже приводятся анализы воды из буровой скважины у ст. Териоки (в мг/л):

Плотный остаток	72
SO_4	7,7
Cl	5,7
CaO	14
MgO	7,6
FeO	8,2
Жесткость	2°,5
Органические вещества	2,2

Для примера приводим разрез наиболее глубокой скважины у ст. Куокала. Первый водоносный напорный горизонт был встречен в пласте крупного кварцевого песка на глубине 33,5 м, но с незначительным притоком воды. На глубине 136,5 м был встречен второй пласт крупнозернистого песка, из которого вода стала подаваться самоизливом в количестве 1,25 л/сек.

Этой буровой скважиной пройдены следующие породы:	Мощность, м
1. Растительная земля	1,6
2. Желтоватый песок	14,4
3. Серая глина	0,7
4. Серый мелкий песок	0,3
5. Серая глина	2,2
6. Серый мелкий песок	0,7
7. Серая глина	9,0
8. Песок	3,1
9. Песок более крупный водоносный	8,0
10. Песчаная глина с валунами	51,0
11. Песчаная глина без валунов	14,0
12. Синевато-серая песчаная глина	24,0
13. Глинистый песок	5,5
14. Чистый крупный кварцевый песок	0,5
15. Серая глина	1,5
16. Крупный кварцевый песок до забоя	3,5
Всего:	140,0

Таким образом, к северу от глинта на пространстве между Ладожским озером и Финским заливом, располагается заслуживающий внимания артезианский водоносный горизонт в образованиях антропогена. Слабая изученность его еще не позволяет дать ему более или менее полную оценку.

Однако очевидно, что этот артезианский водоносный горизонт может дать достаточно обильную и хорошую воду для питьевого водоснабжения отдельных небольших потребителей.

VI. МЕЖПЛАСТОВЫЕ ВОДЫ ВАЛДАЙСКО-ТИМАНСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

В сложении Валдайско-Тиманской синеклизы принимают участие отложения кембрия, силура, девона, карбона, перми, триаса, юры и мела (см. рис. 10—16).

Кембрийские и силурские отложения залегают в основании осадочной толщи среднего и верхнего палеозоя почти на всем протяжении синеклизы. Однако на северо-западе на протяжении от Белого моря до Ладожского озера и на юге в районе Калуги, Тулы девон налегает непосредственно на кристаллический фундамент. Наличие кембрия и силура в основании указанной выше синеклизы и наличие в этих толщах водоносных горизонтов доказано как опорными, так и разведочными на нефть скважинами.

КЕМБРИЙ

Данные опорного глубокого бурения в значительной мере уточнили представление о развитии и распространении кембрийских водоносных горизонтов в пределах Валдайско-Тиманской синеклизы.

Нижнекембрийский водоносный горизонт распространен особенно далеко, простираясь на юго-западе до северо-западных выступов Центрально-Русского кристаллического массива, на юге до южных окраин Подмосковного артезианского бассейна и на востоке до Приуралья и Притиманья (Голюшурма, Ижевск, Котельничи и др.).

Средне- и верхнекембрийские водоносные горизонты имеют меньшее распространение и, в частности, в направлении от Ленинграда на юго-восток выклиниваются севернее Москвы.

Наиболее пресные воды кембрия располагаются по северной окраине области его распространения, а наиболее крепкие рассолы (274 г/л плотного остатка и выше) — по южной окраине этой области. В Валдайской опорной скважине плотный остаток рассола в кембрии на глубине 1092 м и достигал 170 г/л. На всем этом пространстве кембрийские отложения представлены терригенными толщами морского происхождения.

СИЛУР

В пределах Валдайско-Тиманской синеклизы силур распространен также весьма широко и вскрыт опорными буровыми скважинами на больших глубинах.

Водоносность нижнего силура приурочена к трещиноватой известняковой толще, закарстованность которой установлена очень ясно по западной окраине синеклизы и в пределах Прибалтики. В Валдае нижний силур вскрыт в интервале глубин 868—874 м; на таких же глубинах, а иногда и глубже, встречен он и в других опорных скважинах.

Водоносность нижнего силура не освещена. Отложения верхнего силура и их водоносность также слабо изучены. Есть основания полагать, что в толщах силура распространены рассолы.

ДЕВОН

Стратиграфия девонских отложений

Девонские отложения северо-западной окраины синеклизы между Белым морем и Ладожским озером лежат непосредственно на кристаллическом ложе. Геологически и гидрогеологически они изучены очень слабо. По западной окраине синеклизы девонские отложения представляют стратиграфически и литологически продолжение толщ Главного девонского поля. В отличие от этого по южной окраине синеклизы (Центральное девонское поле) стратиграфия и литология могут быть представлены приводимым ниже сводным разрезом (считая снизу).

1) Щигровские слои состоят из глин и песчаников, лежат на докембрийских кристаллических породах, содержащих магнитные железняки. Породы щигровского горизонта имеют довольно большое распространение. Кроме Щигровского района, они отмечены на Дону, в районе Воронежа и в других местах. В верхней части щигровская толща переходит в мергеля и в типичные известняки.

2) Следующий палеонтологически охарактеризованный горизонт—семилукские слои, представляющие собой чередование известняковых глин, мергелей и глинистых известняков, содержащих фауну из группы Spirifer disjunctus. Мощность семилукской толщи точно не установлена, однако она, по-видимому, не особенно велика и в разрезах колеблется около 10 м.

3) Выше следует воронежский горизонт неоднородного литологического состава. В этом горизонте различают нижнюю часть (около 5 м), сложенную кварцевыми песками, среднюю (около 3 м) известняковую и верхнюю (до 10 м), сложенную известковистыми зеленовато-голубоватыми глинами с прослоями мергелей и известняков и с богатой морской фауной.

4) Вышележащий евлановский горизонт (до 50—60 м) точно так же литологически весьма неоднороден. В нижней части преобладают зеленоватые и голубовато-серые мергеля, в средней—известковистые глины и известняки и в верхней — плотные коралловые известняки. Известняковая толща разделяется некоторыми авторами на ливенскую (до 24 м) и задонскую (до 21 м).

5) Далее следует елецкий горизонт (до 35—40 м), в нижней части представленный известковистыми глинами с тонкими прослоями мергелей и известняков (Spirifer Archiaci, Rhynchonella livonica). Кверху эта толща сменяется плотными серыми известняками с теми же ископаемыми.

Б. М. Даньшин между елецкими и евлановскими толщами обнаружил слой песков в 3—13 м — так называемые «петинские» слои.

6) Елецкие слои перекрыты лебедянскими (более 100 м). Вследствие хорошо выдержанного горизонтального распространения отдельных слоев этой толщи они получили у некоторых авторов особые названия, не имеющие для нас принципиального значения. Здесь имеются: а) переслой ноздреватых и плотных доломитов, реже известняков — 7—9 м; б) известняки, доломитизированные известняки, мергеля различной крепости и реже мергелистые глины — 10—12 м; в) пески, песчанистые известняки — 3,5—6 м; г) плитняковые доломиты, доломитизированные известняки, известняки с прослоями зеленых глин — более 10 м; д) доломитовые породы.

7) Девонская серия отложений вверху заключается малевко-мураевнинскими слоями (часто относимыми к карбону), представленными в нижней части тонкослоистыми доломитизированными известняками, а в верхней — серо-желтыми плотными известняками с пропластками пестроцветных пластичных глин и известковистых конгломератов.

Является ли здесь на всем протяжении средне-русского девонского поля ложем девона докембрийская метаморфическая толща — неизвестно; возможно, что к северу и северо-западу девон имеет в основании древнепалеозойские толщи. (В последнее время преобладает мнение, что в Московской Боенской скважине песчано-глинистая толща, лежащая на глубине 1178—1631 м, подстилаемая основным конгломератом, относится к нижнему палеозою.)

Тиманский девон. На Тимане также имеются только средне- и верхнедевонские отложения, но в отличие от спокойно залегающих толщ девона в главном и среднерусском поле они смяты в складки, причем девонская свита местами прорезана изверженными породами. Девон здесь лежит на силурских известняках. Водоносность тиманского девона неизвестна.

Уральский девон. В пределах западных склонов Урала девон развит чрезвычайно полно и разнообразно. Здесь так же, как и на Тимане развиты известняковые фации, включающие местами доманиковые сланцы небольшой мощности. Девонские отложения залегают здесь совершенно согласно на силурских; переход между ними постепенный и незаметный. Точная мощность девонских отложений неизвестна. Ф. Н. Чернышев указывал на мощность до 6000 м, тогда как по более поздним исследованиям нижняя часть этой толщи должна быть отнесена к силуру и, следовательно, мощность девонских отложений должна быть меньшей, но все же весьма значительной по сравнению с мощностью девонских отложений Тимана, а тем более западной окраины платформы. Так как уральский девон в гидрогеологическом отношении мало изучен, мы не будем останавливаться на его литологическом и стратиграфическом расчленении.

Водоносность девонских отложений

Водоносность девона западной окраины синеклизы. В отложениях среднего девона в областях их погружения буровые скважины дают воду очень высокой концентрации. Так, в Старой Руссе средний девон лежит на глубине 88—250 м. Здесь была получена солоноватая вода с глубины около 90 м (с запахом сероводорода) и солоноватая (8,8 г/л) самоизливающаяся вода с глубины 112 м. В так называемом Муравьевском источнике концентрация достигает 19,7 г/л при количестве хлора до 11 г/л. Всего в Старой Руссе самотеком получается до 90 л/сек (Н. К. Игнатович [34]). Такого же типа хлоридно-сульфатная вода в количестве до 34 л/сек получается в Сольцах. Сульфатно-кальциевые воды с плотным остатком до 1,3 г/л отмечены в Великих Луках.

По А. Н. Семихатову [73], а также по Б. М. Даньшину [19], площадь питания водоносных слоев нижней песчано-глинистой девонской толщи следует искать по преимуществу вдоль северной и южной границ распространения этой толщи, т. е. там, где она покрывается непосредственно антропогеновыми отложениями и вскрывается речными долинами выше уреза рек. Однако при этом приходится искать объяснения тому, что во многих скважинах высота самоизлива значительно превышает абсолютные отметки выходов нижней песчано-глинистой толщи девона в речных долинах. При таком положении вещей можно было бы ожидать, что в долинах рек должны были бы наблюдаться выходы восходящих родников, которые, однако, нигде не обнаружены.

Известняково-доломитовая толща Валдайско-Тиманской синеклизы представляет продолжение на восток пород того же возраста Прибалтийского артезианского склона. Точную границу между этими двумя гидрогеологическими областями наметить трудно. Водоносные горизонты, вскрытые буровыми скважинами уже в пределах синеклизы, обладают напором.

Так, например, в Великих Луках на б. казенном винном складе напор в скважине достигал 9,3 м выше поверхности земли.

Для воды городского колодца в Великих Луках дается ряд анализов за время с 1909 г. (сентябрь) по 1910 г. (август), причем первый анализ дает величины плотного остатка 1,7 г/л, а 5 последующих анализов дают величины плотного остатка всего около 0,5 г/л. Наибольший плотный остаток был получен в Смоленске в новой городской скважине с глубин 154 и 175 м,— соответственно 3,3 и 3,1 г/л; причем здесь особенно резко преобладает окись магния при полном отсутствии хлора. В Хилове отмечена вода следующего состава (в мг/л):

плотный остаток	CaO	MgO	SO_4	Cl	HCO_3	H_2S
1989	528	32	998	22	546	25

Кроме упомянутых выше пунктов, из известняково-доломитовой толщи девона вода хорошего качества была получена в Орше, Витебске, Слуцке, Глуске, Ярцеве, Вязьме. Только в Борисове в буровой скважине на глубине 183 м была получена вода с плотным остатком около 1,5 г/л.

Верхняя песчано-глинистая девонская толща в общем литологически сходна с нижней, однако площадь ее распространения значительно меньше. Она распространена особенно в бассейнах рр. Ловати, Поли и Мсты. В этом районе мощность указанной толщи принимается равной около 100 м (по В. Г. Хименкову — до 150 м). Буровых скважин, которые вскрыли бы эту толщу, очень мало. А. Н. Семихатов приводит по старым материалам три скважины: две на б. казенных винных заводах в Поречье и Торопце и третью в Великих Луках. Точно так же и с химической стороны качество воды из описываемой толщи охарактеризовано очень слабо, поэтому естественно, что распространить данные имеющихся анализов на всю площадь, где распространена верхняя песчано-глинистая толща, нельзя, так как эта толща, как уже указывалось, фациально меняется, переходя в направлении на юг и юго-запад в известняково-доломитовую. Так как в северной части распространения этой толщи наблюдаются часто переходы от глинистых слоев к песчаным и наоборот, то это обстоятельство, по мнению А. Н. Семихатова, «вряд ли в состоянии обеспечить большой дебит в скважинах». Для характеристики той части указанной толщи, где уже явно выражен характер известняковой фации, может послужить скважина в г. Рославле, в которой водоносным слоем является известняк (верхний и средний девон), разделенный прослоями цветных глин. Качество воды рославльской скважины достаточно хорошее: плотный остаток не превышает 0,324 г/л, жесткость колеблется, по имеющимся анализам, от 24 до 27°[1], причем вода слабощелочная, а минерализация обусловлена преимущественно наличием углекислого кальция. Характерно для рославльских скважин наличие в них значительного напора. К сожалению, точно напор воды здесь установлен не был; по указанию А. Н. Семихатова, здесь «напор воды оказался весьма значительным и даже превышающим напор в брянских скважинах». Следует отметить, что рославльские скважины располагаются на склоне девонских пластов к понижению, разделяющемуся на две девонские впадины.

Водоносность девонских отложений Центрального девонского поля. Для южной окраины девонских отложений Центрального девонского поля характерно падение пластов на север и на юг от линии полосы Орел — Елец — Липецк, при преобладающем падении их на север. Вследствие этого области питания наиболее древних пластов располагаются на наиболее низких отметках (около 50 м абс.) и южнее от указанной полосы. Область питания елецких слоев находится на наивысших отметках (около 130 м абс.).

[1] Вызывает сомнение величина жесткости при наличии указания на щелочной характер воды (*О. Л.*)

Южная граница девонских отложений проходит примерно по линии, протягивающейся несколько севернее г. Острогожска и южнее Старого Оскола и гг. Курска и Дмитровска. Близ своей южной границы девон перекрывается мезозоем (юрскими или сеноманскими породами, обладающими общим падением на юг), затем он залегает непосредственно под антропогеновыми отложениями, выступая в обнажениях по речным долинам, и, наконец, примерно по 54 параллели скрывается под каменноугольными толщами Валдайско-Тиманской синеклизы, в частности Подмосковного артезианского бассейна. Опорные буровые скважины прорезали толщи девона, падающие на север в Калуге, Туле, Сталиногорске и других местах.

Низкое положение областей питания отдельных ярусов девона на пространстве девонского поля обусловливает невысокие напоры вод в буровых скважинах, а перекрытие областей питания в некоторых областях Центрального девонского поля водоупорными породами значительно снижает количество поступающих в девон вод. Однако в ряде случаев имеет место питание девона водоносными горизонтами сеномана и других вышележащих толщ, где последние залегают трансгрессивно на девоне (рис. 26). Наиболее благо-

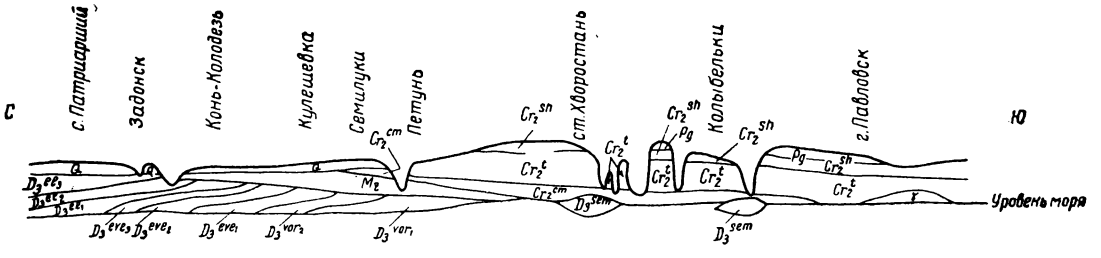


Рис. 26. Схематический геологический разрез по линии Задонск—Павловск (по А. А. Дубянскому)

приятными в отношении водоносности являются: верхняя часть евлановских слоев, елецкие и лебедянские, более других представленные известняками. Для каждой из перечисленных выше серий пластов можно выделить более южную область питания, где воды в них имеют нисходящий характер, и более северную, где воды являются восходящими; так, например, воды лебедянских слоев становятся восходящими (артезианскими) по мере погружения под малевко-мураевнинские и угленосные слои. Существенную роль в областях неглубокого залегания известняков играет карст. Здесь широко распространены как по водотокам оврагов, так и по их склонам поглощающие воронки; последние уводят большие количества вод тающих снегов и ливней в толщи трещиноватых известняков и питают многочисленные (большей частью перемежающиеся) родники, составляющие основную приходную статью местных мелких речек.

Самоизлив из буровых скважин встречается в виде исключения, причем положительные напоры ничтожны — около 1 м. Расходы скважины редко превышают 2—3 л/сек, хотя для ст. Политово А. Н. Семихатов указывает расход до 25 л/сек. Однако, ввиду отсутствия указаний на соответствующие расходы и понижения уровней в буровых скважинах, нельзя судить об их удельных расходах; надо, впрочем, думать, что они невелики и едва достигают в описываемых местах 3 л/сек.

В области питания воды девона обладают хорошими питьевыми качествами (см. табл. 7). В области развития карстовых явлений наблюдается повышенная карбонатная жесткость.

Таблица 7

Химический состав вод девона (мг/л)

Местонахождение буровых скважин	Плотный остаток	Cl	SO_4	MgO	CaO
Астапово	227,4	следы		41,3	134,2
Политово	316,0	3,1	20,6	48,2	106,8
Огарево	404,8	2,1	59,8	52,5	168,2
Горбачево	250,0	0,0	следы	40,5	134,6
Монаенки	222,0	следы	»	28,1	135,8
Белев	243,2	8,0	122,9	29,2	80,1
Ливны	462,5	22,0	70,7	3,0	148,0
Липецк	305,1	14,2	10,2	10,2	21,1
Ефремов	503,0	2,6	21,9	41,0	142,8
Орел	856,6	7,9	204,3	94,6	178,8
Тула	864,0	8,0	300,0	110,0	233,0
Ряжск	4009,4	—	1689,0	192,1	801,2

По мере удаления из области питания концентрация солей повышается, так что, как правило, восходящие девонские воды обладают высокой жесткостью, и минерализация их меняется в сторону преобладания сульфатов над карбонатами и в сторону нарастания магния. Так как к северу от параллели Тулы в девоне наблюдаются прослои гипса, то здесь воды обладают особенно большой концентрацией солей (например, в Ряжске). В некоторых случаях подобные высоко концентрированные воды используются как лечебные. Так, например, в Краинке (Чекалинский район, Калужской области) каптированы родники, дающие до 40 л/сек воды с плотным остатком до 2,3 г/л и температурой 7°,2.

Водоносность северо-западного крыла и Притиманья. Гидрогеологические условия северо-западного девонского крыла (Карельского) и Притиманья мало известны. Здесь имеется немного точек гидрогеологически более или менее охарактеризованных; этих данных совершенно недостаточно для достоверных обобщений. Толща верхнего девона достигает 70 м и подстилается средним девоном.

Буровая скважина в Няндоме вскрыла под толщей перми и карбона на глубине от 343 до 460 м — верхний девон и на глубине от 460 до 602 м — средний девон. Встреченные на глубинах 375—380 и 459—460 м водоносные горизонты обладали концентрацией до 50,6 г/л; напор около 13 м; удельный расход — около 2—4 л/сек.

В Архангельском районе известны родники с концентрацией солей от 31 до 65 г/л (Лудские, Унские и др.). Куртяевские щелочные источники имеют концентрацию до 2,4 г/л.

В Фехтальме из девонских пород, встреченных под антропогеновыми отложениями мощностью около 22 м и вскрытых на глубину около 40 м, получена вода с концентрацией солей до 28 г/л.

Наконец, в западном Притиманье в глинисто-песчаных толщах верхнего девона встречена вода концентрации до 117 г/л, тогда как в песчаниках среднего девона отмечена вода малой концентрации.

Водоносность девона центральных частей Валдайско-Тиманской впадины. Для гидрогеологической характеристики девона центральных частей впадины данных еще меньше, чем для северо-западного крыла девона, хотя здесь в последние годы проведены «опорные» буровые скважины до кристаллического фундамента. Некоторые данные по девонским водам дают буровые скважины в Москве и на Окско-Цнинском валу. Удельный расход девонских

вод московских скважин в среднем 1 л/сек. Ниже приводятся некоторые данные по концентрации солей девона в Москве (по Н. К. Игнатовичу).

Таблица 8

Концентрация солей в водах девона в Москве

Слои (глубина, м)	Концентрация солей, г/л	Примечание
Лебедянские	4,6	
Елецкие	2,4 (искусственное опреснение?)	
Воронежские (687)	17,3	
» (713)	24	Br до 12 мг/л
Семилукские (800)	80,6	Br до 320 »
Шелонские	80,6	Статический уровень — 62 м Br до 350 мг/л
Карбонатно-ангидритовая толща (1021—1121)	131,5	Статический уровень — 59 м Br до 350 мг/л
Карбонатно-ангидритовая толща (1140—1160)	259,0	J до 0,81 мг/л T = 41°,3 (1100 м)
Морская (?) песчано-глинистая толща (1173—1416 — нижний палеозой)	274,0	Статический уровень — 63 м T = 30° (при изливе)

Примерный состав солей воды последней толщи (в г/л):

$NaCl$ — 210,96
KCl — 1,005
$MgCl_2$ — 14,75
$MgBr_2$ — 0,57
$CaCl_2$ — 37,96
$CaSO_4$ — 0,52

В буровой скважине близ д. Сборной на Окско-Цнинском валу слои елецкие, евлановские и воронежские (глубины 153—458 м) были безводными. В семилукских слоях (458—498 м) концентрация раствора достигала 65,4 г/л, а в терригенной толще среднего девона (?) (545—617 м) — до 181 г/л, при 498 мг брома. Температура нарастала следующим образом:

Глубина, м	T°
200	9,5
250	10,6
300	12,2
400	14,6
440	16,5
480	19,6
541	20,4

Величины температур в промежутке 400—541м вызывают сомнение в их правильности и требуют дополнительного исследования.

Водоносность девона в восточной части Валдайско-Тиманской впадины. За восточными пределами Московского артезианского бассейна девонские отложения скрыты на востоке и северо-востоке под более молодыми толщами верхнего палеозоя и мезозоя. Здесь существует ряд точек, в которых девонские отложения пройдены при проведении «опорных» или «структурных» буровых скважин, например на Самарской Луке, в районе Сызрани, в Туймазах, Краснокамске и во многих других пунктах. Условия зале-

гания их неодинаковы, так как в этих пунктах мы имеем дело с различными геологическими структурами. Точно так же и мощность отдельных толщ девона развита неодинаково, и встречены они на различных глубинах. Так, на Окско-Цнинском валу абсолютная отметка кровли девона +72, +73, в Иванове минус 560 (может быть ниже 600?), в Москве минус 206, в Сызрани минус 1410, в Краснокамске минус 250 м. Различен и литологический состав встреченного девона, а также качество и количество вод, которые он заключает. Так, в Сталиногорске в девонских отложениях, перекрытых толщей около 100 м малевко-мураевнинских и нижнекарбоновых отложений, обнаружены две толщи известняков, разделенных гипсоносной свитой. Надгипсоносные известняки дали воду с плотным остатком 1,5 г/л и с удельным расходом в 1 л/сек. Подгипсоносные известняки дали воду значительно более высокой концентрации, достигающей 3,5 г/л. В количественном отношении этот горизонт отмечается, как обильный.

На Самарской Луке девонские отложения, предположительно относимые к верхнему девону, на глубине от 1132 до 1416 м дали воду с удельным весом 1,159. Количество брома в этой воде достигает 650 мг/л, а йода — до 10 мг/л. В Сызрани из толщ среднего девона с глубины от 1543 до 1546 м получена вода с плотным остатком до 213 г/л. Здесь под девоном встречены кристаллические породы. В Туймазах среднедевонские отложения, состоящие из толщи глин, известняков и мергелей, дали с глубины менее 1660 м рассол с удельным весом 1,093, а глубже рассол с удельным весом 1,193, причем здесь оказались только следы йода, зато бром был в значительно большем количестве — до 1194 мг/л.

Таким образом, в толщах верхнего и среднего девона всюду имеются рассолы высокой концентрации; однако вследствие того, что таких точек, в которых девонские породы были бы вскрыты на этом весьма обширном пространстве, не так много, то для более или менее точной характеристики водоносности их данных еще недостаточно. В Сызрани кристаллический фундамент лежит на глубине 1570 м. Опробование этих глубоких скважин произведено не всегда с соблюдением необходимых условий. Эти обстоятельства заставляют еще с большей осторожностью подходить к сравнительным характеристикам девонских водоносных горизонтов востока и северо-востока Европейской части Союза. Все, что нам известно о минерализации вод девона, говорит о том, что мы имеем дело с водами, испытавшими глубокие изменения состава и концентрации солей. Нужно заметить, что наличие брома характеризует не только отложения девона, но и вышележащие толщи нижнего, среднего и верхнего карбона. Однако только в девонских отложениях количество брома достигает величин, превышающих 400 мг/л, причем это количество, по-видимому, значительно нарастает по направлению к Приуралью. Воды нижнего карбона обыкновенно содержат не более 300 мг/л брома; только в редких случаях указывают наличие до 380 мг/л. В водах среднего карбона количество брома колеблется от 100 до 150 мг/л и в редких случаях достигает 200 мг/л (в Сызранском районе); наконец, в верхнем карбоне количество брома не превышает 20 мг/л. Но эти данные касаются только тех толщ карбона, которые, обладая большой мощностью, приурочены к структурам, обеспечивающим малую подвижность этих вод; в пределах Подмосковного артезианского бассейна, в котором обеспечена хорошая фильтрация воды в толще карбона, мы имеем дело с пресными питьевыми водами, в которых бром и йод не обнаружены.

Средне- и верхнедевонские отложения в последнее время изучались с точки зрения минерализации их вод Н. К. Игнатовичем, М. П. Толстым и др. Из их работ можно сделать некоторые общие заключения, которые сводятся к тому, что воды среднего девона в центральных областях прогибов всюду

обладают очень высокой минерализацией. Вместе с тем можно отметить, что даже в очень удаленных друг от друга пунктах процессы концентрации растворов шли в одном направлении, способствуя накоплению рассолов галитного типа с примесью хлористого кальция. Спорным остается вопрос о происхождении брома в девонских водах. По мнению М. П. Толстого, бром представляет собой элемент, выщелоченный из девонских же осадков, а не составную часть веществ, содержащихся в реликтовых высокоминерализованных водах, как это думают другие исследователи.

В последнее время по материалам глубокого опорного бурения и разведочного на нефть бурения в значительной степени углублены представления о литологии и структуре девонских отложений севера Русской платформы. В частности, установлено наличие прослоев вулканических излияний в девоне Притиманья. Точно так же получен дополнительный материал для характеристики водоносности девонских отложений и минерального состава воды в них. Как и можно было ожидать, почти всюду на больших глубинах наблюдаются крепкие рассолы, в которых количество хлора преобладает над количеством натрия (хлоро-кальциевые воды по В. А. Сулину). Как пример можно указать пункты, где имеются подобные крепкие рассолы: Голюшурма (плотный остаток 257 г/л), Котельнич (181 г/л, на глубине 1555 м), Ненокса (125 г/л), Сундырь (246 г/л), Краснокамск (252 г/л), Туймазы (255 г/л), Вологда (196 г/л) и др. В некоторых случаях наблюдается преобладание количества магния над кальцием.

КАРБОН

Каменноугольные отложения в пределах Валдайско-Тиманской синеклизы занимают меньшее пространство, чем более древние толщи палеозоя. Площадь распространения выходов каменноугольных отложений представляет собой полосу, располагающуюся, как и площадь выходов девонских отложений, полукольцом, причем внутренняя граница девонского полукольца является внешней границей полукольца каменноугольных отложений (рис. 10, 11). Однако полукольцо каменноугольных отложений выражено не так полно, как девонское. Главный выход карбона на поверхности приурочен к западным и юго-западным окраинам; в области Тимана сплошных выходов каменноугольных пород на дневную поверхность нет; к востоку от Окско-Цнинского вала каменноугольные отложения перекрыты толщами перми, триаса и мезозоя.

Каменноугольные отложения сложены в основном морскими осадками (известняками, доломитизированными известняками и реже терригенными породами), лишь в нижнем карбоне залегает свита континентальных терригенных отложений, совершенно иного характера, чем континентальные отложения девонской системы. В последней континентальные отложения были представлены соленосными свитами. Здесь же в карбоне мы имеем дело с угленосной свитой. Мощность отложений карбона в общем не превышает 350—400 м. Исключение представляют толщи карбона на востоке и юго-востоке, где их мощность значительно больше.

Геологическое строение и гидрогеологические условия карбона лучше всего изучены к западу от Окско-Цнинского вала, где еще во второй половине XIX в. выделен Подмосковный каменноугольный артезианский бассейн. К востоку от Окско-Цнинского вала, где каменноугольные отложения скрываются под верхним палеозоем и мезозоем, они изучены в гидрогеологическом отношении значительно слабее и в дальнейшем описываются в особой главе: «Межпластовые воды на пространстве от Окско-Цнинского вала до Урала».

Геологическое строение подмосковного каменноугольного артезианского бассейна

Отложения каменноугольной системы, так же как девонские отложения, обладают общим падением к центру бассейна, причем угол падения еще более пологий, чем в девонских породах. В силу этого наиболее древние породы каменноугольного возраста располагаются по внешнему краю бассейна, а наиболее молодые — в его серединных частях.

Тектонические условия каменноугольных отложений выяснены еще недостаточно определенно. Установлено, что по южной окраине кольца имеется несколько пологих выгибов, получивших название валов, из которых один располагается приблизительно в меридиональном направлении между гг. Ковров и Сасово и известен под именем Окско-Цнинского вала. Далее на восток располагается следующий вал, проходящий через левобережье низовьев Мокши и средней Суры, известный под именем Сурско-Мокшинского вала. И в пределах валов падение каменноугольных свит столь же ничтожно, хотя в отдельных пунктах, например по р. Исе, они сильно дислоцированы. Несмотря на незначительность угла падения каменноугольных свит, пласты известняков уходят по направлению к середине кольца на значительную глубину. Так, например, толщи, выступающие в Тульской области на дневную поверхность, в Москве располагаются на отметках около —218,0 м абс. По направлению к центру падение естественно уменьшается: по данным С. Н. Никитина, оно равно на протяжении между Серпуховом и Подольском 0,0016, а между Подольском и Москвой — 0,003.

Ниже приводится общая схема стратиграфии подмосковного карбона по В. А. Жукову и др. (см. также рис. 27, 28, 29).

На верхнем девоне залегают отложения динантского отдела карбона, состоящие из трех свит: а) лихвинской, б) окской и в) серпуховской.

а) В лихвинской свите, развитой только по южной окраине бассейна, выделяют толщи: 1) малевко-мураевнинскую (известняки, карбо-девон, по старым авторам) — 2—4 м мощности; 2) упинскую (известняки) — 10—25 м мощности; 3) черныш инскую (известняки) — 3—10 м мощности.

б) В окской свите выделяют толщи: 1) угленосную (пески, песчаники, глины, уголь) — 20—40 м мощности; 2) тульскую (известняки, глины); 3) алексинскую (известняки); 4) михайловскую (известняки, глины, автохтонные стигмарии) — до 18 м мощности; 5) венёвскую (известняки, глины) — до 25 м мощности.

в) В серпуховской свите выделяют толщи: 1) тарусскую (известняки) — 7—10 м мощности; 2) спириферовую (известняки и глины) — 3—6 м мощности; 3) протвинскую (сахаровидные известняки) — 15—30 м мощности.

Далее следуют отложения московского отдела, состоящего из четырех свит: а) верейской, б) каширской, в) подольской и г) мячковской.

а) Верейская свита сложена красными глинами, мергелями и песками в основном континентального происхождения мощностью 10—30 м.

б) Каширская свита — мергелями, известняками и доломитами до 30 м мощности.

в) Подольская свита — известняками и доломитами до 40 м мощности.

г) Мячковская свита — известняками до 20 м мощности.

На отложениях московского отдела залегают отложения уральского, или гжельского, отдела, представленные следующими свитами:

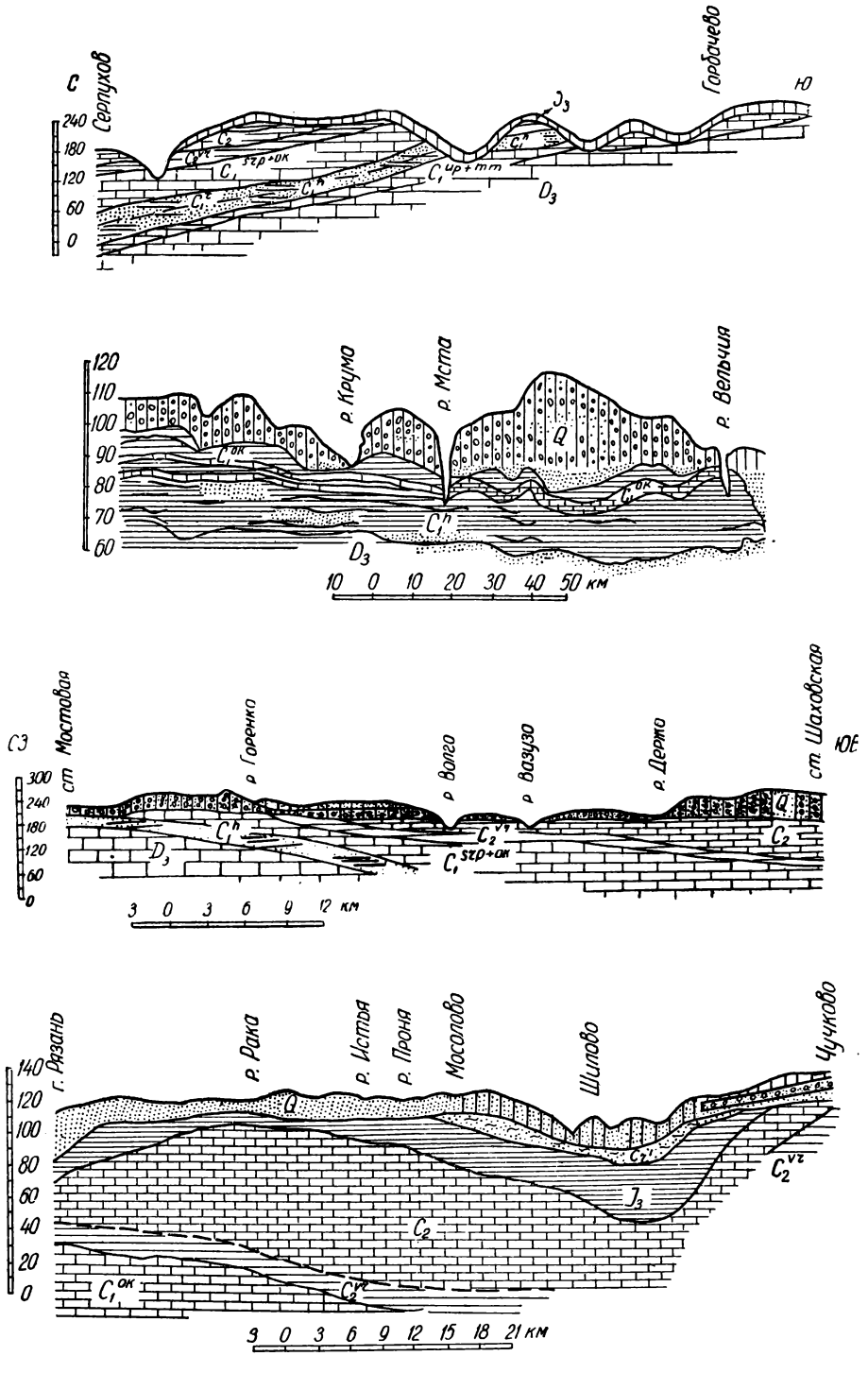


Рис. 27. Схематические геологические разрезы по районам Московского артезианского бассейна (по В. А. Жукову, С. В. Троянскому и М. П. Толстому)

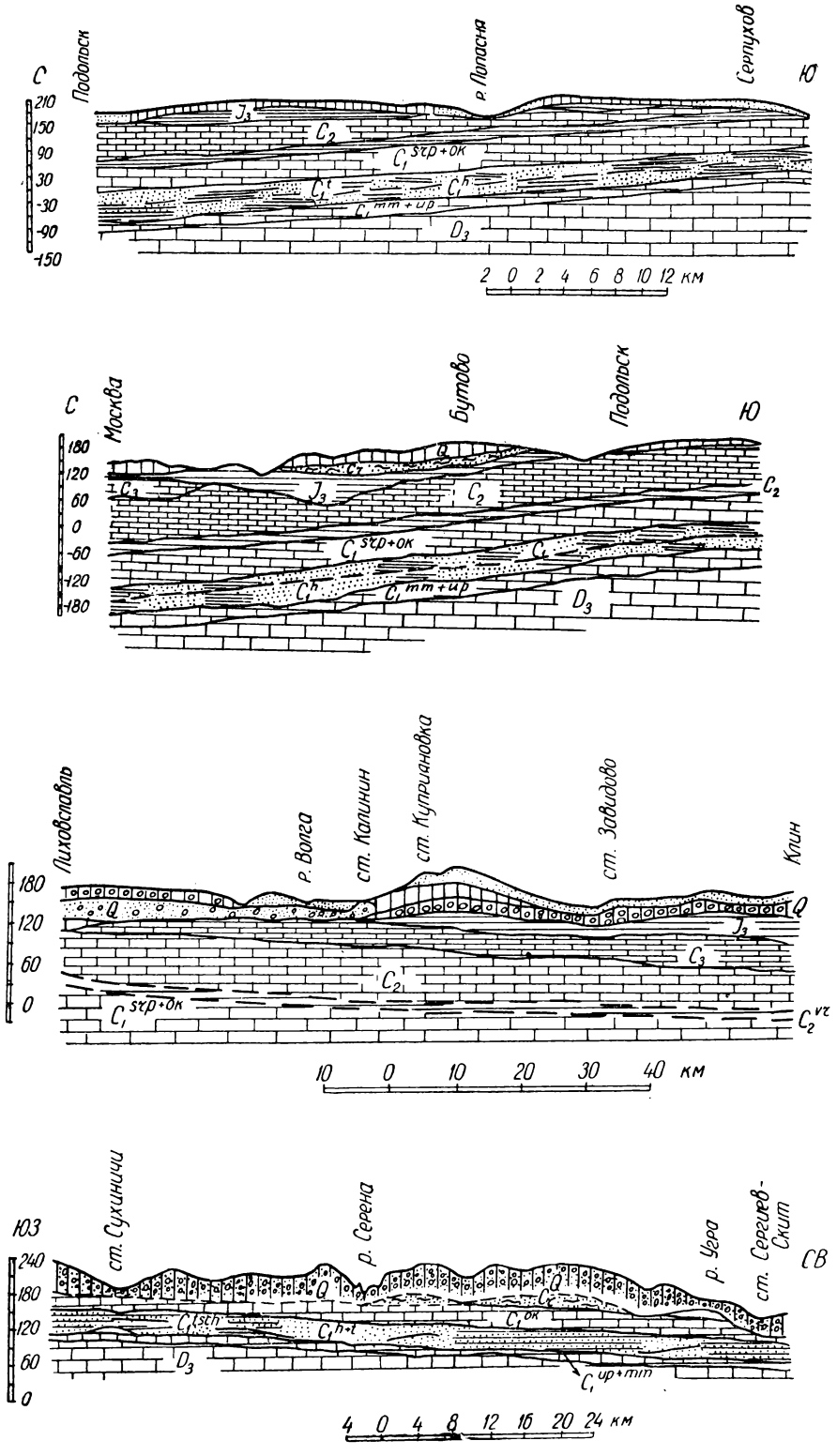


Рис. 27 (продолжение). Схематические геологические разрезы по районам Московского артезианского бассейна (по В. А. Жукову, С. В. Троянскому и М. П. Толстому)

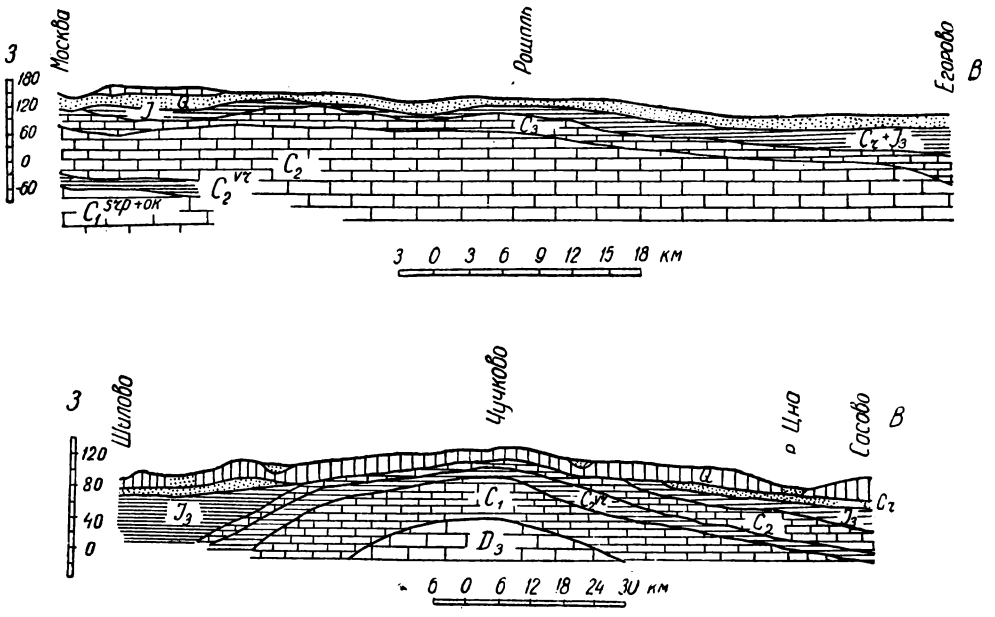


Рис. 27. (окончание). Схематические геологические разрезы по районам Московского артезианского бассейна (по В. А. Жукову, С. В. Троянскому и М. П. Толстому)

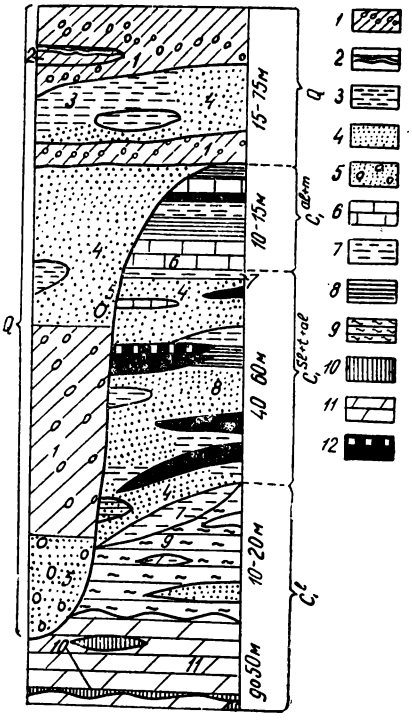


Рис. 28. Схематический разрез угленосной толщи нижнего карбона (по М. С. Швецову):

1 — морена; *2*— безвалунная и ленточная глина; *3*—алевриты; *4* — пески; *5* — валуны в песке; *6* — известняки; *7* — песчанистые глины; *8* — пластичные глины; *9* — песчанистые глины зеленовато-серые; *10* — прослои глин в доломитах; *11* — доломиты; *12*—угли и углистые сланцы

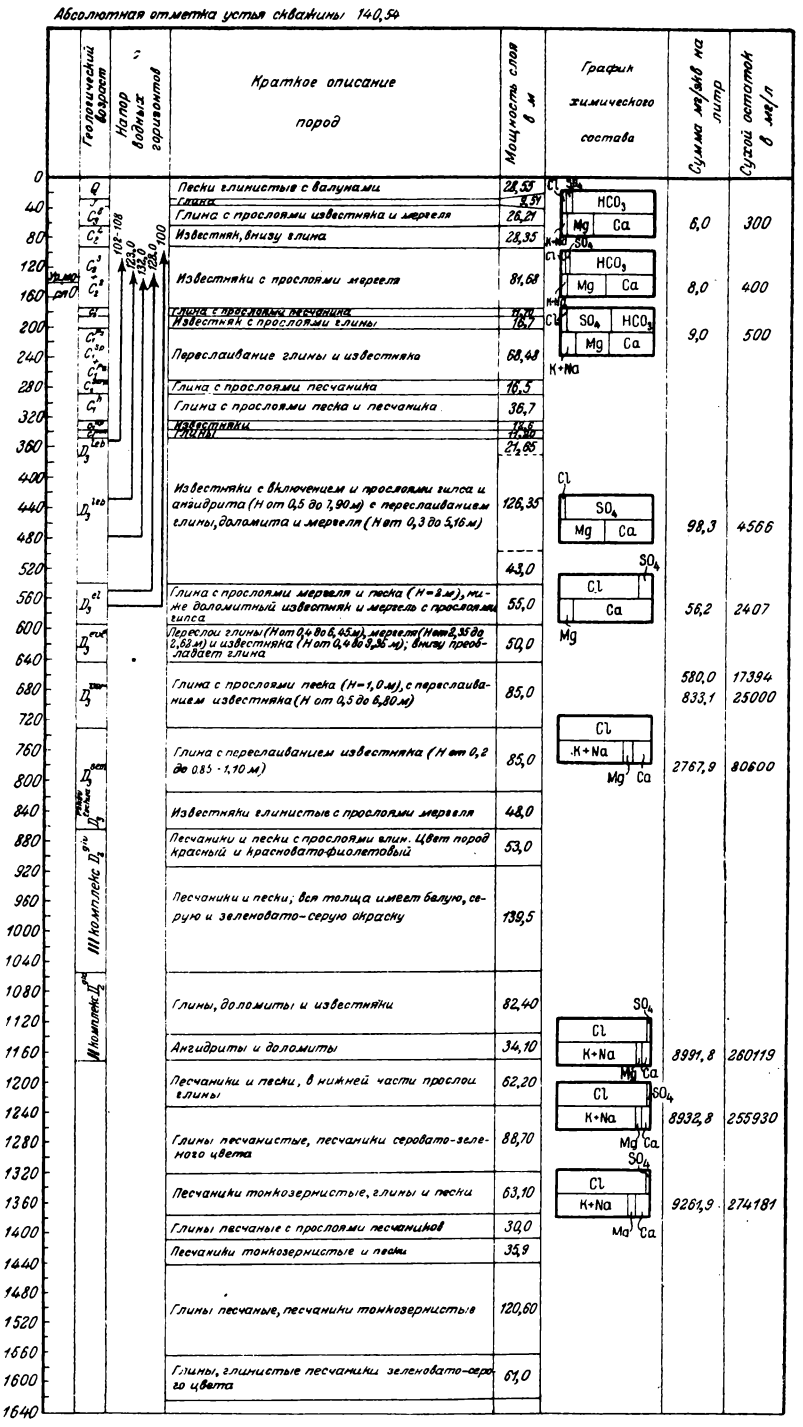


Рис. 29. Разрез Боенской скважины в Москве

а) тегулиферинovыми известняками и более верхними известняками, расслоенными красными, пестрыми и светлыми глинами до 40 м мощности (вторые из них выделяются под названием «омфалотроховые соли»);

б) швагериновыми известняками до 10 м мощности.

Подмосковная палеозойская котловина, сложенная в отношении карбона преимущественно трещиноватыми известняками и доломитами (с подчиненными им песками и мергелями), переслаивающимися с глинистыми пластами то более, то менее мощными и в горизонтальном направлении выдержанными, представляет структуру, весьма благоприятную для возникновения восходящих межпластовых вод. «Она представляет собой обширный резервуар подземных вод и служит классическим примером артезианского бассейна» (В. А. Жуков, С. В. Троянский и М. П. Толстой[29]). Благодаря чередованию насыщенных водою известняков, доломитов и песков с водоупорными глинами водоносные горизонты достаточно обособлены.

Межпластовые воды подмосковного каменноугольного артезианского бассейна

С точки зрения водоснабжения наибольшее значение имеют водоносные горизонты: верхнекаменноугольный в омфалотроховых и тегулиферинovых известняках; среднекаменноугольный в мячковских, подольских и каширских известняках. Все важнейшие центры подмосковного края пользуются преимущественно водой этих водоносных горизонтов. К западу и югу от Москвы широко используются воды серпуховского и окского водоносных известняков и, наконец, на южном крыле Подмосковной котловины существенное значение имеют воды упинских известняков.

Области питания всех этих водоносных толщ лежат на их западной (см. рис. 11) и южной окраинах; здесь воды карбона по существу представляют нисходящие (грунтовые) воды, и только, скрываясь в направлении на север и восток под более молодыми горными породами, каждый из них постепенно переходит в артезианский водоносный горизонт. В бассейне Клязьмы и на Шатуре уже вся свита каменноугольных водоносных горизонтов обладает большими напорами.

Особняком стоят фильтрационные воды в угленосной толще, не имеющие значения для водоснабжения в центральных частях котловины.

Водоносность упинской толщи наиболее изучена в районе Тулы и Сталиногорска. Помимо того что воды из этой толщи используются целым рядом буровых колодцев, она в некоторых случаях дренируется речными долинами и дает обильные водой родники в окрестностях Тулы. А. П. Иванов [32], изучивший водоносный горизонт в районе Тулы, упоминает подобные родники в ряде пунктов — у поселков Частое, Балабаевка, Протопопово, Таптыково, Осиновая Гора и др. Вода упинского водоносного горизонта считается сравнительно мягкой. Плотный остаток колеблется от 230 до 480 мг/л. Общая жесткость ее колеблется около 15—16—17°, постоянная в некоторых случаях равна 0, что указывает на карбонатную жесткость. Однако в некоторых случаях постоянная жесткость достигает 6—7°. Поверхность упинских известняков чрезычайно неровна, так как здесь сказался размыв, имевший место до перекрытия указанных известняков угленосной свитой. На это указывают разведочные работы, проведенные как в Туле, так и в других местах. А. Н. Семихатов в связи с этим указывает на неоднородность водообилия пластов данной свиты:

«В результате размывов упинских известняков и выполнения углублений глинистым материалом в каком-нибудь данном месте, теоретически го-

воря, может возникнуть и повышенное водообилие между двумя такими водонепроницаемыми валами, и, наоборот, возможно обеднение водой огражденного валами пространства. По-видимому, будет иметь значение направление валов по отношению к направлению потока. Быть может, таким образом можно объяснить образование довольно мощных Чулковских ключей в Туле и достаточное водообилие скважины Чулковской водокачки. К востоку отсюда, где мощность упинских известняков меньшая, воды в них оказалось очень мало».

В связи с этим наблюдается то, что в некоторых случаях буровые скважины дают очень мало воды при больших понижениях в них уровня, тогда как в других случаях при понижении уровня от 1,2 до 2 м скважины давали воды до 11 л/сек. Указывают также, что расходы буровых в Бобриковской разведке (Сталиногорск) на р. Любовке достигали 30 л/сек.

Так как часто закарстованные упинские известняки во многих случаях выводят на поверхность, а вода в них естественно жильная, приуроченная к трещинам в известняке, то здесь в связи с питанием подземной воды за счет поверхностной происходит также и ее загрязнение. Поэтому воду упинской толщи приходится признать санитарно неблагополучной и требующей соответствующей обработки при использовании для питания водопровода.

В области распространения упинского водоносного горизонта известно много родников в долинах рр. Оки, Упы, Соловы и др.

Водоносность угленосной толщи. В угленосной толще водоносны песчаные прослои, линзы песка и прослои угля. Так же, как и в упинской, воды в этой толще иногда обладают напором, а в других случаях напора не наблюдается. Напитанные водой пески часто представляют собой плывуны. Так как пласты угля и песчаные прослои перемежаются, то наличие плывучих песков часто представляет большие затруднения при эксплуатации угля.

Особенно значительный напор воды наблюдался, по данным А. Н. Семихатова, в Чуриках, Петровском, Киевцах. В выработках же близ Товаркова и в некоторых других вода не наблюдалась. В тех случаях, когда водопроводящие породы угленосной толщи залегают непосредственно на трещиноватых известняках малевко-мураевнинской толщи (карбо-девона), последние являются благоприятным водопоглощающим горизонтом, используемым в некоторых выработках (Долгоруковский, Гротовский и др.).

Питание водой угленосной толщи идет частью через антропогеновые отложения, преимущественно через аллювий рек; однако наблюдались и переливы воды из вышележащей окской свиты (на северо-западе), а также подток напорных вод девона (на северо-западе) или упинской толщи (на юге).

Поскольку воды в угленосной толще приурочены, с одной стороны, к песчаным пропласткам, а с другой — к толщам углей, качество воды в этих двух случаях различное. Воды песчаных прослоев нормально мягкие, с небольшим плотным остатком и с небольшой карбонатной жесткостью (15—18°); воды же из угленосных пластов бывают довольно сложно минерализованными (влияние пирита) и обладают высокой сульфатной жесткостью и даже иногда наличием сероводорода. Вода из угленосной толщи используется в целом ряде пунктов (Вязьма, Дорогобуж, Гжатск, Калуга, Белый, Сычевка, Тула). Расходы буровых скважин в некоторых случаях довольно значительны и достигают 4 л/сек.

Обводненность угленосной толщи обусловливает обильный приток воды в каменноугольные шахты. Борьба с шахтными водами требует иногда много энергии и затрат. Особенно значителен приток воды в шахты и буровые скважины, когда имеет место смешанное питание за счет водоносных горизонтов разных толщ и даже свит. Угленосная водоносная толща

питает нередко обильные родники; например, под Калугой до 45 л/сек (Б. М. Овчинников).

Водоносность окской свиты. Водоносность этого горизонта изучена еще мало. Распространение его довольно широкое как на северо-западе, так и на юге Московской области. В некоторых местах он распространен в виде отдельных небольших площадей. По мнению А. Н. Семихатова, малая изученность этого горизонта «объясняется главным образом тем, что над ним располагается мощный водоносный горизонт, лежащий ближе к поверхности, и, следовательно, более доступный». Часто воды этого горизонта используются в тех же скважинах, которые получают воду из нижележащего угленосного пласта. Воды как окской свиты, так и угленосных пластов на поверхность земли изливаются редко. В последние годы фактический материал по водоносности окской свиты значительно пополнен.

Питание водоносных горизонтов окской свиты происходит по районам выходов последней на поверхность по западной, юго-западной и южной окраинам котловины путем инфильтрации через антропогеновые (преимущественно аллювиальные) толщи, затем путем инфлюации в карстовые полости (в бассейне рр. Таруссы, Осетра, Прони, правых притоков Упы) и, наконец, путем перелива из смежных толщ ложа и кровли.

На северо-западе вскрыта самоизливающаяся горько-соленая вода (Верхние Пороги +30 м, Максатиха +15 м). Для Верхних Порогов указывается нарастание концентрации растворов с глубиной.

Таблица 9

Изменение химического состава вод в буровой скважине в Верхних Порогах (в мг/л) (по К. Д. Мусатову)

Глубина, м	Хлор	Сульфат	Жесткость постоянная	Бром	Плотный остаток
213	5462	2339	182°	—	13937
226,7	6011	3050	191°	0,024	14446

Предполагается подпитывание девонскими водами.

В районе Боровичей получена самотеком пресная вода в количестве до 30 л/сек с температурой 6°,4. Удельный расход отдельных скважин 3—4 л/сек (предположительно).

В Калининской области в окской свите наблюдается до трех подгоризонтов пресных артезианских вод. Самоизлив очень редок, расходы колеблются от 0,5 до 10 л/сек.

В южном крыле водоносные горизонты окской свиты залегают неглубоко и в районе Калуги питают обильные родники. В Тульской области они сильно затрудняют разработку железорудных месторождений; наблюдались расходы в отдельных выработках до 150 л/сек. Расход вод в отдельных скважинах достигает более 8 л/сек. Средний расход В. А. Жуков принимает около 3 л/сек.

Водоносность серпуховской свиты. Серпуховская свита представлена толщей известняков, достигающих около 100 м мощности. Известняки трещиноваты и кавернозны. Хорошо этот горизонт изучен на юго-западе Московской и северо-западе Тульской областей. Б. М. Даньшиным [19] собран обильный материал, дающий хорошую характеристику этой свиты карбона. Известняки серпуховской свиты отделены от вышележащих известняков московского отдела пластом красных глин. Абсолютная высота контакта красных глин и серпуховских известняков равняется на Красной Пресне

и в Дорогомилове минус 56,6 м, на Генеральной улице минус 58 м и в Богородском минус 63 м. На основании этих данных Б. М. Даньшин делает вывод, что верхняя граница серпуховских известняков падает на северо-северо-восток с уклоном 0,0028. На наличие крупных трещин и каверн указывают отметки в буровых журналах, по которым в некоторых случаях инструменты падали на несколько десятков сантиметров. Существующие буровые скважины встречают воду в серпуховских известняках не на одной и той же глубине, считая от основания кровли красных глин. Полагают, что вся серпуховская толща известняков представляет один водоносный горизонт, но вода движется, особенно в более глубоких частях, по более или менее изолированным каналам, которые находятся между собой в гидравлической связи. В некоторых случаях наблюдалась и различная минерализация вод этого водоносного горизонта. Иногда указывают, что при бурении инструмент попадал в трещину, заполненную красной глиной. Генезис этой красной глины до настоящего времени не выяснен. Может быть, эта глина отложилась одновременно с красноцветной глиной, перекрывающей серпуховские известняки, а может быть, она представляет и более поздние образования. На территории Москвы из серпуховского яруса получают воду не менее 50 скважин (в большинстве случаев в них одновременно используется и вода окских известняков).

За время с 90-х годов прошлого столетия по 1916 г. уровень воды в скважинах понизился на 12,5 м (от +139,5 до +127 м абс.), а в настоящее время он упал еще ниже. А. Н. Семихатов полагает, что «причину общего падения уровня воды в скважинах проще всего найти в общем понижении напора в водоносном слое на территории Москвы, вследствие отбора воды в количестве большем, чем успевает притекать на площадь использования». Нужно, однако, отметить, что до настоящего времени не существует систематических наблюдений за колебаниями уровня воды в буровых скважинах как в процессе их эксплуатации, так и помимо нее. Поэтому отдельные замеры, не учитывающие взаимного влияния скважин, из которых ведется откачка воды, конечно, дают очень ненадежный материал для суждения о балансе водоносного горизонта. Если принять во внимание, что отдельные скважины извлекают из серпуховской свиты около 20 л/сек, а небольшое количество скважин дает даже до 35 л/сек, при удельном расходе 7 л/сек, то естественно, что взаимодействие подобных скважин должно сказываться на довольно больших расстояниях. Правда, не все скважины дают такие большие удельные расходы. Так, например, одна из скважин в Дорогомилове имеет удельный расход 5 л/сек; есть скважины, у которых удельный расход не превышает 2 л/сек и менее. А. Н. Семихатов полагает, что «приближенно можно было бы считать удельный дебит серпуховского артезианского горизонта равным в среднем 1,5—2 л/сек». За пределами Москвы наиболее северо-западной скважиной, вскрывшей воду серпуховской свиты, является скважина в Калинине на фабрике им. Вахтангова.

Область питания этой свиты представляет сравнительно узкую полосу, приуроченную к ее выходам на поверхность по периферии котловины. Местные области питания отсутствуют, почему некоторые авторы полагают, будто серпуховская свита обводнена менее других. Качество воды из серпуховских известняков в достаточной мере хорошее. Плотный остаток колеблется от 293 до 675 мг/л, общая жесткость — от 17 до 29°. Иногда в водах этого водоносного слоя встречают соли азотной и азотистой кислот, происхождение которых неясно, но, по-видимому, они не имеют значения с санитарной точки зрения.

На северо-западном крыле серпуховская свита представлена различными известняками и доломитами, лишенными глин, мощностью до 85 м. Здесь

(сс. Чагада, Верхние Пороги, Максатиха) обводненность свиты очень большая. Самоизлив достигал относительной отметки +20, +30 и даже + 40 м над поверхностью земли, а расходы отдельных скважин доходили до 30—35 л/сек. Качество воды хорошее. Здесь наблюдались также карстовые явления. Родники давали от 0,5 до 30 л/сек, а р. Вельчия, берущая начало из карстовой воронки, имеет у своего истока расход до 100 л/сек. Качество воды хорошее.

По мере погружения свиты под более молодые осадки ее водоносность падает. Если в Торжке, Вышнем Волочке, Бологом удельный расход достигает 8—10 л/сек, то в Калинине он падает до 2,25 л/сек, в Гжатске — до 1 л/сек, в Мончалове — до 0,25 л/сек.

К юго-западу и к югу от Москвы удельные расходы в общем также малы. Так, для Вереи, Подольска, Каширы, Коломны удельные расходы равны 0,3—1,1 л/сек, только в редких скважинах повышаясь до 4 л/сек (Верея, Озёры) и даже до 8 л/сек (Озёры).

Водоносность московского отдела карбона. Как указывалось, известняки московского отдела отделены от серпуховских прослоями красной глины. Кровлей этих известняков служат либо красные глины гжельских слоев (тегулифериновая толща), либо более молодые юрские и антропогеновые породы. Иногда в речных долинах известняки московского отдела выходят на дневную поверхность. В последнее время поверхность указанных известняков хорошо изучена и для нее составлена карта в горизонталях. В отличие от известняков серпуховской свиты известняки московского отдела в верхней части содержат прослои глин и мергелей обыкновенно также красноватого цвета. Правда, эти прослои отличаются изменчивой мощностью и в некоторых случаях недостаточно выдержаны в горизонтальном направлении, поэтому они иногда отделяют друг от друга лишь как бы местные подъярусы подземных вод.

Области питания толщ московского отдела находятся на западных и южных окраинах котловины. В. А. Жуков и др. [29] определяют их следующим образом: «На северо-западе (р. Тверца), западе (Волга), а также по р. Наре, между рр. Окой и Москвой, по рр. Пахре и Лопасне; меньшие области питания находятся по р. Оке между Каширой и с. Белоомутным, на Окско-Цнинском валу по рр. Цне, Пету и Оке у г. Касимова, и на юге в бассейнах рр. Протвы, Истьи и др.».

С. Н. Никитин считал воды в известняках московского яруса (отдела) артезианскими. А. П. Иванов, однако, возражал против отнесения этих вод к артезианским, потому что, как уже указывалось, эти известняки кое-где вскрыты в речных долинах и, следовательно, подземные воды их имеют сообщение с поверхностными водами, почему А. П. Иванов считал возможным эти воды называть только субартезианскими.

Водоносный горизонт этого отдела используется весьма интенсивно почти во всех промышленных городах Московской области. Опыт показал, что этот горизонт достаточно водообильный. По мнению Б. М. Даньшина, «даже по имеющимся далеко не полным данным можно заключить, что большинство скважин с диаметром в 200—300 мм может дать до 10 л/сек с незначительным понижением уровня». Некоторые скважины Замоскворечья с диаметром 750 мм дают, по наблюдениям А. С. Сергеева, до 23 л/сек при понижении на 6 м ниже постоянного уровня. Удельный расход для Москвы, по-видимому, в среднем 3,5—7,5 л/сек.

Качество вод московского отдела вполне удовлетворительное. Плотный остаток колеблется от 200 до 422 мг/л, общая жесткость (главным образом карбонатная) колеблется от 10 до 22°. И здесь, как и в водах серпуховской свиты, иногда встречаются азотные и азотистые соединения. В сква-

жинах города Москвы отмечают иногда загрязнение органическими веществами. За пределами Москвы загрязнение обнаружено также в скважинах в Можайске, Коломне, Подольске, Сталиногорске. Надо думать, что загрязнение обусловлено дефектным состоянием скважин, а не какими-либо геологическими причинами. А. Н. Семихатов отмечает, что иногда в скважинах, очень близко расположенных друг от друга и берущих воду из одного и того же горизонта, загрязнение в одних наблюдается, в других не наблюдается. Так, например, вода скважины на ул. Льва Толстого вполне удовлетворительная, а воды скважины пивоваренного завода (на той же улице) совершенно негодны для питья. Б. М. Даньшин указывает на то, что в последней скважине наблюдаются также резкие колебания солевого состава по временам года. К этому надо прибавить, что в некоторых случаях московские трещиноватые известняки используются как поглощающие; это, конечно, факт весьма неблагоприятный с точки зрения санитарного благополучия этого водоносного горизонта.

В северо-западном крыле, в уже упоминавшихся пунктах наблюдаются хорошие удельные расходы до 16 л/сек, при самоизливах до +30 м в Верхних Порогах и +15 в Максатихе, что указывает на хорошее обводнение свиты.

По западному крылу самоизлив редок (наблюдавшийся максимум до +3,05 м), а удельные расходы невелики: с. Середа—0,5 л/сек, Ярополец—1,3 л/сек, Клементьево и Можайск—2,5 л/сек, Волоколамск—4,5 л/сек.

Также и в районе Калинина удельные расходы колеблются от 0,5 до 5 л/сек. Важно отметить, что в Калинине все буровые скважины, дававшие воду самоизливом (иногда до +12 м), в настоящее время в большинстве случаев не самоизливают, что указывает на развившуюся местную депрессию пьезометрической поверхности вод карбона.

К югу от Москвы удельные расходы колеблются около 2—3 л/сек (Апрелевка, Нара, Подольск), изредка достигая 8 л/сек (Подольск) и 12 л/сек (ст. Алабино.)

В пределах так называемого Рязано-Костромского прогиба наблюдается расщепление водоносной толщи среднего карбона, и воды каширского и подольского горизонтов, по-видимому, разобщены. Удельные расходы первых колеблются около 1—2,5 л/сек, а вторых — около 1—5 л/сек.

В осевой части Окско-Цнинского вала известняки безводны, на крыльях вала воды в них напорны и местами дают восходящие родники. Фактические расходы буровых скважин достигают 5 л/сек.

Водоносность гжельского (уральского) отдела карбона. Верхнекаменноугольные (гжельские) породы распространены как в восточной части Москвы, так и к востоку и северу от города; вероятно, они также распространяются и на северо-запад. Породы гжельского отдела часто на значительных пространствах покрыты непосредственно антропогеновыми отложениями, преимущественно древнеаллювиальными. Гжельская толща представлена известняками, которые глинистыми прослойками, правда не особенно постоянными в горизонтальном направлении, разделены на ряд отдельных водоносных толщ. Воды гжельского отдела довольно обильны. Известны случаи, когда скважины этого горизонта давали до 47 л/сек при очень небольшом понижении. Из этого же горизонта получается вода и в целом ряде других пунктов вне Москвы (Люберцы, Купавна, Шатура, Ногинск и т. д.). Воды гжельского горизонта отличаются хорошим качеством. Плотный остаток колеблется от 251 до 395 мг/л, жесткость (карбонатная) колеблется от 12 до 20°, а в некоторых случаях падает до 5—6°.

В скважинах иногда встречаются воды и загрязненные, что чаще всего связано либо с дефектным состоянием самих скважин, либо вызвано тем, что трещиноватые известняки гжельского отдела используются как поглощающие. Так, например, можно указать на 20 поглотительных скважин, сооруженных в 1926 г. на Неглинном проезде в Москве, поглощающих весьма загрязненные грунтовые воды из антропогеновых и культурных отложений.

По данным В. А. Жукова и М. П. Толстого, к востоку от меридиана г. Щелково можно говорить о двух самостоятельных водоносных горизонтах: омфалотроховом и тегулифериновом. Они изолированы друг от друга весьма выдержанной толщей красноцветной глины и гидравлической связи между собой не имеют. «При этом надо иметь в виду, что на тегулифериновый водоносный горизонт могут оказывать некоторое влияние воды, заключенные в мячковских и подольских известняках (гг. Калинин, Москва, Щелково и пр.), а на омфалотроховый — воды пермского комплекса (гг. Кимры, Нерль и др.) и мезозойских отложений (г. Орехово-Зуево, сс. Черусти и Костерово)».

На западе область питания толщ верхнего карбона проходит полосой примерно к востоку от линии Лихославль — ст. Нахабино — Москва — ст. Быкова — ст. Конобеево — с. Ерахтур. Окско-Цнинский вал ограничивает область питания с востока.

Плотный остаток вод верхнего карбона колеблется в пределах 160—470 мг/л; крайние величины 122 и 732 мг/л. Районы Калинина, Клина и Шатуры дают воды высокой концентрации (более 400 мг/л), к востоку от Москвы располагается зона концентрации менее 300 мг/л, а к западу от нее 300—400 мг/л.

Удельные расходы указываются иногда в крупных цифрах, требующих, однако, подтверждения. Так, для г. Коврова показан удельный расход более 65 л/сек, для Гусь-Хрустального до 50 л/сек, а для района ст. Черусти даже 92 л/сек. Удельные расходы в 10—12 л/сек встречаются довольно часто.

Самоизлив встречался редко и не превышал +5,5 м (район ст. Черусти и г. Ногинска). В Москве в настоящее время наблюдается общее снижение пьезометрических уровней вод верхнего карбона.

Сравнительная характеристика водоносных горизонтов карбона

Следующие закономерности вытекают из изложенного выше (рис. 30).

1. Количество водоносных горизонтов нарастает в вертикальном разрезе примерно с юго-запада на северо-восток.

а) Упинский водоносный горизонт играет существенную роль на самом юге бассейна, хотя расходы его весьма непостоянны.

б) Окский водоносный горизонт существен для запада бассейна; гг. Валдай, Белый, Перемышль, Тула, Скопин, Ряжск намечают границу его распространения, к западу и югу от которой развиты подземные воды только угленосной свиты.

в) Несколько восточнее от предыдущей линии, к востоку от озер Шлино, Селигер, Волго и от городов Белого и Вязьмы и далее через Малый Ярославец, Серпухов, Каширу, Зарайск проходит западная граница водоносных горизонтов серпуховской свиты.

г) Линия Вышний Волочек — Ржев — Гжатск — Боровск — Серпухов — Кашира — Михайлов — Сапожок дает западную границу вод верхнего карбона.

2. В соответствии с указанными выше границами водоносных горизонтов располагаются их основные области питания. Для водоносных горизонтов верхнего и среднего карбона имеют существенное значение местные

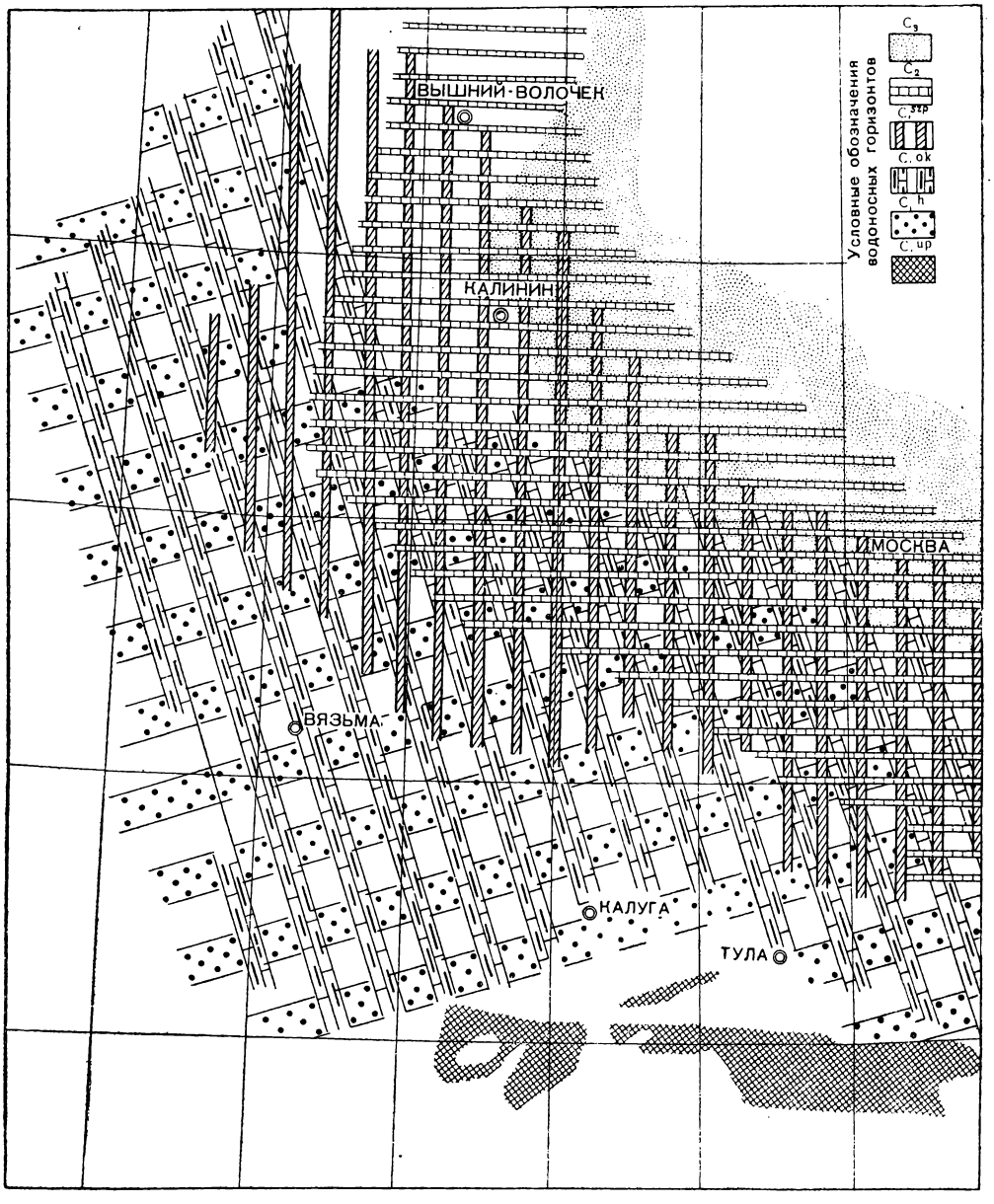


Рис. 30. Карта распространения водоносных горизонтов карбона (по В. А. Жукову, С. Н. Троянскому и М. П. Толстому)

области питания: а) в районе Калинина по рр. Волге, Тверце и Тьме, б) в районе Москвы по рр. Москве и Клязьме (от Щелкова до Орехова-Зуева) и в Кудинской депрессии, в) по Окско-Цнинскому валу от Касимова до Коврова. Для водоносных горизонтов среднего карбона важны местные об-

ласти питания: а) по рр. Тверце и Волге от Ржева до Старицы, б) по рр. Пахре, Наре, Лопасне, Оке в пунктах выходов среднего карбона.

3. Качество подземных вод карбона в общем удовлетворительно.

1) В верхнем карбоне воды главным образом кальцитовые. Наиболее мягкие воды (плотный остаток 250 мг/л) известны к северу от Клинско-Дмитровской гряды и в районах Ногинска, Орехова-Зуева, Шатуры, Егорьевска. На южных склонах указанной гряды и к северо-западу от Москвы плотный остаток достигает 450 мг/л; сероводород, железо и солевой аммиак не редки.

2) В среднем карбоне наряду с кальцитовыми водами встречаются и доломитовые (с преобладанием то кальция, то магния). Мягкие воды (плотный остаток менее 300 мг/л) развиты на юго-востоке от Москвы. Более жесткие воды (плотный остаток более 450 мг/л наблюдаются на северо-западе и юге от Москвы. Очень жесткие и даже солоноватые воды характеризуют каширский подгоризонт в юго-восточных частях бассейна — плотный остаток до 1,5—2,5 г/л, наличие сульфата и карбоната магния.

3) В нижнем карбоне есть воды кальцитовые (к западу от Москвы), доломитовые (к югу от Москвы) и гипсовые (к востоку от Москвы). Концентрация первого типа вод не превышает 400 мг/л, второго—700 мг/л, а третьего иногда превышает 1 г/л при преобладании в некоторых случаях магния над кальцием. Минерализация и концентрация вод угленосной свиты обладает большой пестротой.

По мере нарастания концентрации растворов от областей питания в сторону областей погружения наблюдается метагенез их от углекислокальциевых до сернокисломагниевых. Нередко наблюдается наличие фтора в количествах вредных для здоровья.

4. Обводненность различных горизонтов карбона неодинакова. Удельные расходы: а) нижнего карбона редко превышают 4 л/сек; б) среднего карбона колеблются от 3 до 9 л/сек; в) верхнего карбона достигают 11 л/сек. Пьезометры всех горизонтов падают закономерно от областей питания в сторону центральных частей бассейна. Большая близость к области питания обусловливает лучшую обводненность буровых скважин. Отмеченные депрессионные воронки в районах интенсивной эксплуатации водоносных горизонтов объясняются гидродинамическими процессами, а не истощением водоносных горизонтов. В. А. Жуков и М. П. Толстой полагают, что на 1936 г. расходовалось только около 12,5% ежегодного природного пополнения водоносных горизонтов карбона, что, однако, не исключает настоятельной необходимости законодательного упорядочения использования ресурсов подземных вод. Исходя из предположения, что из общего числа осадков инфильтруется около 120 мм в год, из которых 50% извлекаются дренажем Н.М. Бочков дает (по данным на 1935 г.) следующую нижеприводимую таблицу трактуемых величин, требующую в настоящее время уточнения в соответствии с представлениями и фактическими данными последних лет.

Таблица 10.

Схема баланса подземных вод (по Н. М. Бочкову)

Водоносные комплексы	Площадь возможного питания, км²	Общее пополнение водоносного горизонта, м³/год	Частное пополнение после природного дренажа, м³/год	Использовано провизорно в 1936 г. м³/год	% использования
Нижний карбон	62 014	8 481 680	3 620 840	61 000	1,4
Средний карбон	16 455	1 974 600	987 300	131 000	14
Верхний карбон	12 685	1 222 200	761 100	96 000	12,5

СХЕМА

гидрогеологических районов Подмосковного артезианского бассейна (по В. А. Жукову, М. П. Толстому и С. Н. Троянскому)

Таблица 11

Гидрогеологические районы Подмосковной / Характеристика	1. Северо-западный	2. Западный	3. Юго-западный	4. Калининско-Талдомский	5. Центральный	6. Окское левобережье	7. Южный	8. Северо-Рязанско-Костромского прогиба	9. Юг Рязано-Костромского прогиба	10. Оксско-Цнинский вал	11. Район развития пермских и пермо-триасовых отложений
Геоморфологические участки (по Л. Корниной, 1934)	Сев. часть Валдайской возвышенности; зап. р-н Мологской низины; с.-з. р-н северных моренных гряд	Юг Валдайской возвышенности; зап. район моренных гряд; север Московско-Смоленской возвышенности	Юг Московско-Смоленской возвышенности; с.-з. южного зандрового района; Калужско-Суходревский р-н моренных отложений	Верхне-Волжская низина; юг Мологеской низины; вост. р-на северных моренных гряд	Зап. Клинско-Дмитровской гряды; сев. средневысотной равнины	Юг средневысотной равнины; с.-в. Калужско-Суходревского р-на моренных отложений; с.-в. Средне-Русской возвышенности	Средне-Русская возвышенность	Вост. Клинско-Дмитровской гряды и сев. Мещерской низины	Юг Мещерской низменности и вост. Средне-Русской возвышенности	Оксско-Цнинский геоморфологический район	—
Среднегодовые температуры (Т) Осадки (ос.) Испарение (исп.)	Т — 3°,5; ос. 600 мм; исп. около 300—350 мм	Т — 3,5—4°,5; ос. 550—650 мм; исп. 350—400 мм	Т — 4—4°,5; ос. 600—650 мм; исп. 400—450 мм	Т — 3°,5; ос. 550—600 мм; исп. 350 мм	Т — 3°,5; ос. на ЮВ 450 мм; на ЮЗ 600 мм, в центре 500—550 мм, исп. 350 мм	Т — 3,5—4°; ос. на зап. 500—600 мм, на вост. 450 мм, исп. 350—400 мм	Т — 4—4°,5; ос. 450—500 мм исп. 350—450 мм	Т — 3°,5; ос. 500 — 550 мм; исп. 300—350 мм	Т — 4—4°,5; ос. 450 мм; исп. 350 мм	Т — 3,5—4°; ос. 450—500 мм; исп. 350—400 мм	—
Стратиграфия и литология	Песчано-глинистая угленосная толща, перемежающаяся толща глин, известняков, песков окской свиты; известняково-доломитовая толща серпуховской свиты; известняки среднего и верхнего карбона. Падение на ЮВ 34:1000 — 68:1000	Песчано-глинистая и окская свиты; известняково-доломитовая серпуховская свита; ярко-красная глина и пески верейского горизонта. Известняково-доломитовая толща среднего карбона. Падение на ЮВ 1:1000 — 1,5:1000	Лихвинская свита известняков с подчиненными глинами и песками. Угленосная и тульская песчаноглинистая свита с подчиненными известняками. От алексеевской свиты до серпуховской — известняки с подчиненными глинами и песками. Слабое падение на СВ	Окские известняки; серпуховские мергели, доломиты, известняки; верейские красные глины; московские доломиты, мергели, известняки. Тегулиферновые глины (внизу) и известняки (вверху). Падение на В. и ЮВ 1:1000—1,5:1000	Наиболее полный разрез от малевско-мураевинских глин до тегулиферновых известняков Падение на СВ 3:1000	Полный разрез от малевско-мураевинских глин до мячковских известняков Падение на В до 5,6:1000	Полный разрез от малевско-мураевинских известняков до каширских известняков, доломитов, мергелей и глин	Окские известняки Серпуховская свита Полный разрез московского яруса; тегулиферновые и омфалоторховые известняки и доломиты Падение на В	Угленосные глины Окская свита известняки Верейский горизонт красные глины, пески, каширские известняки с красной глиной, мячково-подольский известняк с глиной Падение на СВ	Полный разрез карбона от упинского до уральского горизонтов	Нижний, средний и верхний карбоны (условно) пермь триас
Водоносные горизонты	1. Плывуны угленосной толщи; 2. Жильные и карстовые воды окской и серпуховской свит; 3. На востоке — средний карбон (не изучен)	1. Плывуны угленосной толщи; 2. Жильные воды в известняках: а) окских, б) серпуховских, в) нижне- и г) верхнемосковских	1. Угленосно-упинский в. г. 2. Угленосный в. г. 3. Окский в. г. 4. Серпуховский (протвинский) в. г.	1. Серпуховский (вскрыт в Калинине) в. г. 2. Московский в. г. 3. Тегулиферновый в. г.	1. Серпуховский и Окский в. г. 2. Каширский в. г. 3. Мячково-Подольский в. г. 4. Тегулиферновый в. г.	1. Окский в. г. 2. Протвинский в. г. 3. Каширский в. г. 4. Мячково-Подольский в. г.	1. Малевско-Мураевинский в. г. 2. Угленосно-упинский в. г. 3. Угленосный в. г. 4. Окский в. г. 5. Протвинский в. г. 6. Каширский в. г. (все горизонты сильно дренированы)	1. На зап. Серпуховский в. г. 2. Средне-карбоновый в. г. 3. Тегулиферновый в. г. 4. Омфалоторховый в. г.	1. Мячково-Подольский в. г. 2. Каширский в. г. 3. Окский в. г.	1. Окский в. г. 2. Каширский в. г. 3. Мячково-Подольский в. г. 4. Верхнекарбоновый в. г.	Водоносные горизонты не индивидуализированы
Качество воды: общая жесткость (о. ж.), постоянная жесткость (п. ж.) в немецких градусах, плотный остаток (п. о.)	о. ж. угленосной свиты 1,5—18° » окской » 2 —13° » серпуховской » 5 — 8°	Угленосная толща дает к востоку негодные для питья воды. В известняках о. ж. до 20—24°, п.ж. до 5—6°	По-видимому, слабо минерализованы	Нижний и средний карбон — о. ж. 10,5—32°,7; п. ж. 6,6—11,5; п. о. 412—548 до 808 мг/л; верх. карб.— п. о. до 732 мг/л (хлор, сероводород, сульфаты)	Серпуховско-Окская свита п. о.—0,5—1 г/л; средний и верхний карбон — п. о.на С и СЗ до 400 мг/л, на В — 250—300 мг/л	Окский в. г.— п. о. 0,5—1 г/л Протвинский в. г.— п. о. 0,5—1 г/л Каширский в. г.— п. о. 0,5—1; 6,2—7 г/л Мячково-Подольский в. г.— п. о. 300—350 мг/л	Угленосно-упинский и угленосный в. г. — п. о. 1 г/л Окский, Протвинский, Каширский в. г.— п. о. 0,3 г/л	Каширский в. г.— п. о. до 2450 мг/л Мячково-Подольск. в. г.— п. о. до 300 мг/л Верхний карбон п. о. 300 мг/л	Окский в. г.— п. о. 520 мг/л Каширский в. г.— п. о. 420 мг/л Подольский в. г.— п. о. 816 мг/л	Каширский в. г. умеренно минерализованный Верхний карбон — о. ж. до 12° Мячково-Подольский в. г.—п.о.до 1580 мг/л	В Иванове на 240—260 м глуберовая вода; на 260—529 м галитовая вода. В Ярославле — соленая вода
Количество воды: удельные расходы (у. р.) общие расходы (о. р.)	Водоотдача плывунов слабая. Родники из известняков 0,5—100 л/сек. у. р. » » 3 —4 л/сек	У. р. угленосной свиты — 2,5—4 л/сек. окской » — 1—5 » серпуховской » — 1—5 » московской » — 1,5—6 »	По-видимому, мало обильны	Верхний карбон — у. р. 0,5—14,27 л/сек Средний карбон — у. р. 2—17 л/сек Средний у. р. по р-ну около 2,5—3,5 л/сек	Нижний карбон — у. р. 2—3 л/сек; средний карбон—у. р.1—3 л/сек;на ЮЗ—до 12 л/сек. Верхний карбон 2,5 л/сек	Нижний карбон—у. р.0 ,5—5,8 л/сек Средний карбон—у. р. 0,5—2,5 л/сек	у. р. 1—3 л/сек	Нижний карбон—у. р. 0,2 л/сек Мячково-Подольск.—у. р. 0,5—12 л/сек Верхний карбон—у. р. 2,5—24 л/сек (Черусти—у. р. до 98 л/сек)	Окский в. г.— у. р. 2,5 л/сек Каширский в.г.— у. р. 2,5 л/сек Подольский в. г.— у. р. 1,7 л/сек	Средний карбон—у. р. 2—3 л/сек Тегулиферновый » 5—50 » Омфалоторховый » 6—100 »	—
Пьезометрические данные (ПЗМ) в м абсолютной высоты	Часто самоизлив	ПЗМ нижнего карбона: г. Белый 235 м; Вышний Волочок 162 м ПЗМ среднего карбона: ст. Щаховская 225 м, Вышний Волочок 152 м	—	ПЗМ среднего карбона: зап. граница 150 м; Калинин 125 м; верхнего карбона: Талдом 127 м, Калинин 123 м	ПЗМ нижнего карбона: Подольск 119—130 м, Москва 112—130 м; верхнего карбона: на сев. 180 м; Дмитров до 126—150 м; Москва до 118—144 м; Ухтомский р-н до 113—124 м	ПЗМ нижнего карбона: Тропарево 187 м, Верея 168 м; среднего карбона: Алабино 179 м, Озеры 100 м	—	ПЗМ карбона: 126—127 м (Электросталь); среднего карбона: Ногинск 135 м, Зуево 118 м, Черусти 105 м. Верхнего карбона: Загорск 163 м, Ногинск 124 м, Черусти 107 м	ПЗМ Оксского в. г.: бассейн Нары 124 м, Рязань 104 м. Среднего карбона: бассейн Прони 130 м, Спасск 88 м	ПЗМ среднего карбона: Чучково 131 м, Касимов 84 м верхнего карбона: Гусь 120 м, Елатьма 87 м, Ковров 84 м	—

Исследования последних лет показали, что наблюдается общее понижение пьезометрических уровней водоносных горизонтов карбона не только в районах их интенсивного использования, но и в областях их питания. Это обстоятельство особенно заметно на водоносных горизонтах нижнего карбона по южной окраине бассейна.

За пределами Подмосковного артезианского бассейна, к востоку и северу от него, мощность пресноводной толщи карбона значительно уменьшается. Часто на относительно небольшой глубине мы наблюдаем рассолы довольно высокой концентрации. Так, например, имеются хлоркальциевые воды: в районе Балахны на глубине 156 и 251 м, в районе Горького на глубине 232 м, к югу от Архангельска на Северной Двине на глубине 156 м. На больших же глубинах встречаются крепкие рассолы: в Голюшурме на глубине 922 м—241г/л, в Котельниче на глубине 1400 м—234 г/л, Вологде на глубине 706—715 м—189г/л, Краснокамске на глубине 1200 м—256 г/л, в Туймазах на глубине 1280 м—253 г/л и др.

Гидрогеологические районы подмосковного артезианского бассейна

В табл. 11 приводится схема гидрогеологического районирования Подмосковного артезианского бассейна.

VII. МЕЖПЛАСТОВЫЕ ВОДЫ НА ТЕРРИТОРИИ ОТ ОКСКО-ЦНИНСКОГО ВАЛА ДО УРАЛА

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Территория, располагающаяся между Окско-Цнинским валом на западе, Уралом на востоке, широтой Алатырского поднятия на юге и Тиманским кряжем на севере, представляет собой область весьма сложную в тектоническом отношении и еще весьма мало изученную гидрогеологически. Много новых, еще недостаточно обобщенных геологических материалов получено при опорном бурении последних лет. По своему рельефу эта область представляет собой равнину, пониженную в средней части вдоль течения Волги и повышающуюся на севере в области Вятских увалов. Волга делит эту область на два неравных участка.

Правобережный участок, располагающийся между Волгой и Алатырским валом, невелик по площади. Ось Алатырского вала вытянута в направлении северо-северо-запад — юго-юго-восток. Здесь также имеет значение Сурско-Мокшинский вал, расположенный юго-западнее и простирающийся в том же направлении. Местность понижается от района выходов карбона в пределах Алатырского вала в сторону к Волге, где карбон перекрыт пермскими отложениями. К югу от Алатырского поднятия пермские отложения отсутствуют, и на карбон налегают непосредственно отложения юры (рис. 31). На левобережье Волги, занимающем значительно большие пространства, выделяется к востоку от Алатырского поднятия Вятский вал, расположенный примерно по линии городов Казань — Киров. Восточнее этого вала глубокое бурение, произведенное в районе Глазова, показало, что здесь имеет место значительный прогиб пластов. Район Глазова располагается в пределах нисходящего крыла этой складки, а ось прогиба проходит несколько восточнее Глазова. Кроме того, нужно учесть наличие Краснокамского (Верхнекамского) вала, имеющего такое же долготное простирание, но расположенного дальше на восток. Краснокамский вал располагается чрезвычайно близко к Уральскому хребту и от последнего также отделен прогибом, значительно более узким, но вполне доказанным рядом

разведочных на нефть скважин. Положение кристаллического фундамента в этой части платформы значительно освещено в последние годы опорным бурением.

Таким образом, пространство, расположенное между Окско-Цнинским валом на западе и Уралом на востоке, как бы состоит из ряда прогибов. Из них первый находится между Окско-Цнинским и Алатырским валами, второй — между Алатырским и Вятским валами, третий — между Вятским и Верхнекамским валами и четвертый — к востоку от Верхнекамского. Несомненно, и геологическое и гидрогеологическое значение этих валов неодинаково. Для характеристики прогибов, располагающихся между валами Окско-Цнинским, Алатырским и Вятским, мы имеем чрезвычайно мало данных. По-видимому, из этих двух прогибов западный представляет

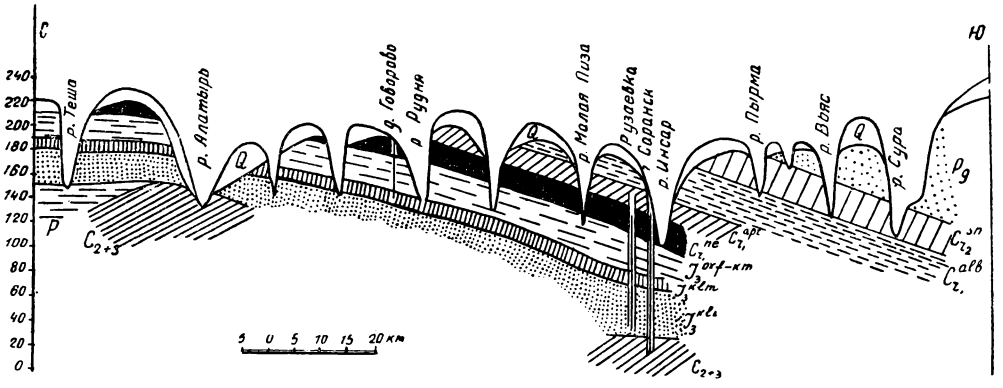


Рис. 31. Геологический разрез через Алатырский вал

прогиб более мелкого масштаба и с точки зрения гидравлики здесь едва ли можно ожидать развития высоконапорных межпластовых вод. По-видимому, более крупное значение следует придать Глазовскому прогибу. Однако для гидрогеологической характеристики межпластовых вод чрезвычайно мало данных. Точно так же и о четвертом прогибе, расположенном к востоку от Верхнекамского вала, имеется еще очень мало гидрогеологических данных, по которым можно было бы сделать определенные выводы о характере встреченных здесь вод (рассолов).

Девонские отложения на всем этом пространстве вскрыты только в ограниченном количестве пунктов, поэтому по существу о гидрогеологических условиях известно немногое.

Карбон лучше всего освещен в пределах Алатырского вала, где он встречен в верховьях Алатыря и его притоков Урката, Сатиса и Сарны. Он представлен известняками, в верхней части довольно рыхлыми и мучнистыми, а в нижней — плотными и кремнистыми. Верхи карбона относят к швагериновым отложениям. Под ними скважинами в ряде мест вскрыт весь карбон.

Пермская толща представлена очень пестро. Здесь имеет место полный разрез пермских отложений от самых низов (артинский и кунгурский ярусы), до их верхних толщ (татарский ярус).

Пермские породы в основном слагаются (считая снизу) глинами, гипсами и штоками каменной соли (кунгурский ярус); в Приуралье эта свита пород в низах замещается частично морскими толщами (артинские слои). В среднем и верхнем Поволжье на кунгуре лежат последовательно спириферовые известняки и мергеля, пелециподовые известняки и доломиты цехштейна, в Приуралье же их замещают континентальные толщи уфимских

красных глин, песчаников и мергелей, а также белебеевские красные глины, мергеля и песчаники (частично медистые). Белебеевские слои перекрывают на западе цехштейн ничтожной толщей. Выше следует татарская свита, представленная пестроцветными толщами (сарминской и уржумской).

Породы триаса слагаются ветлужской (глины, мергель, песчаники) и белебеевской (пески и конгломераты с крупными гальками уральских метаморфических пород) пестроцветными толщами.

Юрские породы представлены только морскими эпиконтинентальными отложениями верхнего отдела этой системы — келловейскими, оксфордскими, секванскими и портландскими (нижневолжскими), того типа, что и в подмосковном крае.

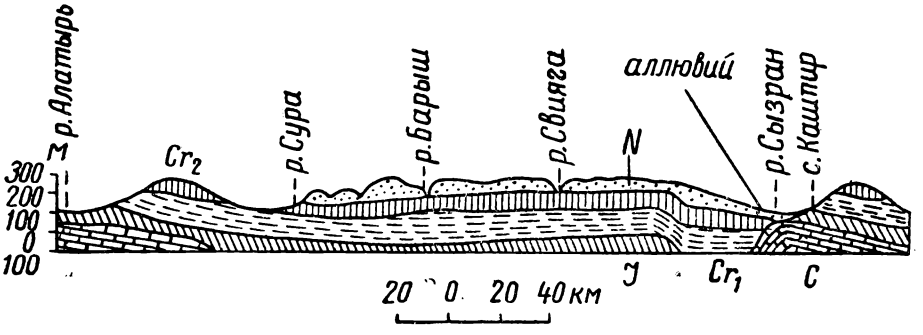


Рис. 32. Геологический разрез от р. Алатыря до с. Кашпир (на Волге) (по А. Д. Архангельскому)

Меловые — напротив, представлены только нижним отделом этой системы (валанжинскими, барремскими, аптскими и альбскими) и выражены тоже морскими эпиконтинентальными отложениями. Верхнемеловые мергелистые трепела (турон) указываются только для некоторых водоразделов Чувашии (рис. 32).

До настоящего времени водоносные горизонты в северо-восточном Поволжье намечались весьма схематично. Только в 1956 г., когда составление настоящей работы было закончено, вышли монографии Т. П. Афанасьева [3] и В. А. Кротовой [41], использовать материалы которых оказалось уже невозможным.

ВОДОНОСНЫЕ ГОРИЗОНТЫ

В табл. 12 приводится характеристика водоносных горизонтов этого края, составленная Ю. В. Порошиным [66].

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Ниже приводится гидрохимическая характеристика водоносных горизонтов этого района от самых древних до антропогеновых, составленная Ю. В. Порошиным для Среднего Поволжья.

1. Антропогеновые отложения характеризуются пресными водами, содержащими в небольшом количестве бикарбонаты кальция; в отдельных местах эти воды обладают повышенным содержанием железа.

2. Воды мезозоя, имеющие распространение в виде отдельных полей, точно так же минерализованы слабо; здесь преобладают сульфатные воды, обыкновенно гипсового состава, жесткость их довольно высока. В некоторых случаях в водах мезозоя, связанных с фосфоритовыми месторождениями, были встречены фосфорнокисло-кальциевые воды.

3. Водоносный горизонт, подчиненный ветлужским и татарским слоям, слабо солоноватый; преобладают доломитовые воды. Только на обо-

Таблица 12

Схема водоносных горизонтов северо-восточной части Поволжья (по Ю. В. Порошину)

Наименование и возраст горизонтов	Водовмещающая порода	Краткая характеристика	Распространение
Антропогеновые водоносные горизонты			
1. Аллювиальный	Мелкозернистые пески	Водоносный горизонт, имеющий сельскохозяйственное значение (водопитание лугов)	По заливным долинам
2. Древнеаллювиальный	Мелкозернистые пески, переходящие в среднезернистые и крупнозернистые с гравием и галькой	Довольно мягкие воды, часто железистые, обильного дебита. Эксплуатируются колодцами и скважинами	По левобережью Оки, Волги, а также другим крупным рекам (Сура, Ветлуга, Вятка, Кама)
3. Покровных суглинков	Суглинки лёссовидные и песчанистые	Эксплуатируется срубными колодцами. Дебит незначителен	Правобережье р. Волги, область Вятского плато
4. Моренный	Моренные галечники	Обильный приток воды хорошего качества	Водосбор р. Пыщуга, верховья р. Вятки
5. Флювиогляциальный	Мелкозернистые и среднезернистые пески с редкой галькой	Вполне удовлетворительный по качественным показателям водоносный горизонт	Распространен в северной части описываемой территории. Широко эксплуатируется по левобережью Волги в Семеновском и Городецком районах, Горьковской области, глубокими колодцами и скважинами
Третичные водоносные горизонты			
1. Надрудных толщ	Пески пресноводных надрудных толщ	Довольно обильный водой горизонт, с которым приходится бороться при проведении горных работ. Дает ряд источников. Эксплуатируется срубными колодцами. Качество удовлетворительное, реже плохое	Распространен большими островами в водораздельных частях верховьев рр. Вятки и Камы, а также в Уржумском, Кильмезском и Вавожском районах, Кировской области. Небольшие островки третичных водоносных песков имеются в Дивеевском районе, Горьковской области
Меловые водоносные горизонты			
1. Туронский	Трещиноватые мергелистые трепела турона	Обильные воды хорошего качества, питающие многочисленные источники	Айбесп-Шумский водораздел Чув. АССР
2. Аптский	Сидеритовые песчаники апта	Обильные водой выходы источников из трещин в песчаниках. Жесткость воды около 12°	Присурье (спорадически)

Продолжение табл. 12

Наименование и возраст горизонтов	Водовмещающая порода	Краткая характеристика	Распространение
3. Барремский песчаный	Глинистые пески баррема	Относительно слабый водоносный горизонт, дающий небольшие источники и эксплуатируемый колодцами	Присурье, Выксунский район, Горьковской области
4. Барремский глинистый	Песчаные глины баррема	Слабый водоносный горизонт с сильно загрязненной водой в населенных районах; жесткость воды до 60°	Присурская мульда в районе г. Алатыря
5. Валанжинский песчаный	Глауконитовые пески	Вода хорошего качества, эксплуатируемая колодцами. Приток небольшой	Присурская мульда, водосборы рр. Ветлуги и Унжи; Выксунский район, Горьковской области, и Кайский район, Кировской области
6. Валанжинский фосфоритовый	Фосфоритовый галечник в основании меловых толщ	Межпластовый водоносный горизонт, иногда дающий в скважинах самоизлив. В Вурнарском районе приток воды значителен. Качество неудовлетворительное	Присурская мульда; Кайский район, Кировской области
Юрские водоносные горизонты			
1. Горючих сланцев	Горючие сланцы нижневолжского яруса, реже киммериджа	Выдержанный горизонт, обильный водой. Источники, оползни	Водосборы рр. Унжи и Кобры; редко в сурском водосборе
2. Юрских песчаных глин	Песчаные глины оксфорда и келловея. Приурочен к опесчаненным участкам. Вода циркулирует также и по трещинам	Спорадический водоносный горизонт. Вода обычно железистая, содержит сероводород	Присурская мульда, острова юры, в северной части описываемой территории
3. Юрских мергелей	Сидеритовые мергеля киммериджа (редко); оолитовые мергеля среднего келловея(весьма распространенный водоносный горизонт)	Вода хорошего качества. Многочисленные источники, оползни	Присурская мульда
4. Юрских песков и песчаников	Мелкозернистые пески киммериджа, оксфорда (на севере) и келловея на юге	Водоносный горизонт островного распространения. Вода хорошего качества	Наиболее распространены водоносные келловейские пески в Присурской мульде и восточнее Чебоксар
5. Юрских галечников	Галечники в основании юрских толщ	Обилен водой. Часто содержит сероводород, быстро улетучивающийся	Кайский район, Кировской области. Водосбор р. Кобры
Триасовые водоносные горизонты			
1. Песчаный	Мелкозернистые пески ветлужского яруса	Вода хорошего качества. Эксплуатируется колодцами, реже скважинами (Ветлужский район). Источники дают дебит не более 1 л/сек	Полоса триасовых отложений на севере описываемой территории

Продолжение табл. 12

Наименование и возраст горизонтов	Водовмещающая порода	Краткая характеристика	Распространение
2. Песчаников и конгломератов	Песчаники и конгломераты ветлужского яруса	Вода хорошего качества (жесткость около 10°). Приток больше, чем в песках	Распространены чаще в восточной части описываемой территории
3. Песчаных глин	Песчаные глины ветлужского яруса	Слабый спорадический водоносный горизонт. При наличии сверху водоносных песков часто аккумулирует по трещинам их воду и дает более обильный приток	На севере описываемого района
Пермские водоносные горизонты			
1. Четвертой свиты татарского яруса	Плитчатые известняки среди мергелей, реже трещиноватые мергеля или прослои мергелистых песков	Вода хорошего качества (жесткость до 20°), выходы источников с дебитом до 1—2 л/сек	Северо-восточная часть описываемой территории. На остальной ее части 4-я свита чаще смыта или имеет незначительную мощность, сильно элювиирована и воды обычно не содержит
2. Третьей свиты татарского яруса	Мелкозернистые пески часто с примесью мергельной пыли, с прослоями мергелистых песчаников и конгломератов	Вода чаще приурочена к низам свиты, на водоупоре мергелей второй свиты. Встречаются более или менее обособленные этажи воды третьей свиты, разделенные прослоями мергелистых глин. Жесткость воды 10—18°. Дебит источников до 1 л/сек	Довольно распространенный водоносный горизонт в более повышенных частях пермского массива
3. Второй свиты татарского яруса	Трещиноватые мергеля, реже прослои доломитизированных известняков или мергелистых песков	Трещиноватые мергеля второй свиты являются наиболее распространенным мощным водоносным горизонтом татарского яруса. Вода хорошего качества (жесткость 12—20°). Многочисленные родники. Дебит каптированных источников — до 6 и даже 12 л/сек. Родники питают ряд самотечных водопроводов. Этот горизонт эксплуатируется многими скважинами. В прослоях песков приток незначителен	Основной эксплуатационный водоносный горизонт пермского поля южной части описываемой территории; в северной ее части встречается реже

Продолжение табл. 12

Наименование и возраст горизонтов	Водовмещающая порода	Краткая характеристика	Распространение
4. Первой свиты татарского яруса	В верхней половине свиты водоносность приурочена к прослоям известняков, трещиноватым и песчанистым мергелям и прослоям песков. В нижней части свиты водоносными породами являются песчанистые и гипсированные мергеля, прослои песков, редко известняков	Более минерализованные воды (с жесткостью до 30—40°) с дебитом (обычно) менее 1 л/сек. Чаще сильно минерализованные гипсом воды с жесткостью 50—100°, дебит невелик	В пониженных частях пермского поля по правобережью Волги. В северо-восточной части описываемой территории минерализованы слабо
5. Континентальных фаций казанского яруса	Песчаники, реже пески и трещиноватые мергеля	Широко распространенный водоносный горизонт, эксплуатируемый колодцами и скважинами. Вода хорошего качества с дебитом в источниках до 1—6 л/сек	В северо-восточной части описываемого района
6. Морской фации казанского яруса	Доломиты и доломитизированные известняки, реже гипсы в южной части описываемой территории	Мощные выходы ключевых вод с дебитом до 25 л/сек. Вода чаще повышенной жесткости (30—60°), доходящей до 100° и выше для гипсоносных участков; эксплуатируется скважинами	Область Алатырского вала, область Вятского вала (более мягкие воды)
7. То же	Известковые песчаники (в области Вятского вала)	В области Вятского вала воды обычно мягкие (в МАССР чаще минерализованы)	Область Вятского вала
8. Кунгурского яруса	Доломиты с кремнями и прослоями гипса, ангидрита и соленосных глин	Горизонт соленых вод высокой минерализации, эксплуатировавшийся раньше скважинами для нужд солеварения	Вскрыт глубокими скважинами в Балахне, Горьком, Павлове и Дзержинске
Каменноугольные водоносные горизонты			
1. Известняков верхнего карбона	Доломитизированные известняки и доломиты	Мягкие воды (жесткостью 10—15°), эксплуатируемые колодцами глубиной 10—30 м. Выходы источников (восходящих) наблюдались лишь в нескольких пунктах по р. Алатырю. В области залегания известняков непосредственно под антропогеновыми песками в населенных пунктах констатируется загрязнение каменноугольных вод.	Область эксплуатации каменноугольных вод колодцами: побережья верхнего течения р. Алатыря и водосборы речек Сатиса, Сармы и Урката; область эксплуатации скважинами: Кулебакский, Выксунский, Муромский, Первомайский, Починковский и Большеболдинский районы, Горьковской области

Продолжение табл. 12

Наименование и возраст горизонтов	Водовмещающая порода	Краткая характеристика	Распространение
2. Известняков среднего карбона	Известняки и доломитизированные известняки	Будучи перекрыт водоупорными породами, этот горизонт эксплуатируется рядом скважин в юго-западной части района, давая самоизлив в более пониженных пунктах (Кулебаки, Выкса) Вскрыт только в буровых скважинах (Кулебаки, Павлово, Балахна?). В Кулебакской скважине дает воду общей жесткостью 18°. Дебит в самоизливе 10—17 л/сек. В скважинах районов Павлово и Балахны вода сильно минерализована благодаря засоляющему действию вод кунгура	Распространен, по-видимому, на всей территории описываемого района; в восточной его части принадлежит уже к Уральской области питания. Эксплуатационный интерес представляет для юго-запада района. В остальной его части залегает слишком глубоко и имеет, вероятно, воду повышенной минерализации

собленных площадях встречены воды довольно сложной минерализации — сульфатно-хлоридно-щелочные; наличие их Ю. В. Порошин связывает с реликтами натриевых солончаков ветлужско-татарского времени.

4. Водоносные горизонты, приуроченные к казанским (цехштейн) отложениям, обладают довольно пестрой минерализацией; здесь наряду с доломитовыми водами встречаются и гипсовые, а также комбинации их. Гипсовые воды широко распространены на юге.

5. Нижнепермские водоносные горизонты отличаются высокой концентрацией галитовых вод.

6. Каменноугольные водоносные горизонты слабо концентрированы, воды доломитовые; они используются на юго-западе района.

Перечисленные характеристики по существу следует отнести только к областям основного развития тех или других водоносных горизонтов. В области контакта различных водоносных горизонтов в результате взаимодействия возникают смешанные типы вод. Отмечается засоление нижнепермскими галитными водами водоносных горизонтов казанского возраста; это связано с тем, что первые обладают значительными напорами; точно так же отмечается разбавление минерализованных коренных вод антропогеновыми или же минерализация последних водами из коренных толщ. В результате обработки довольно большого количества анализов (около 2000) Ю. В. Порошиным составлена карта жесткости грунтовых вод, дающая представление о приуроченности тех или других вод к различным участкам описываемой области.

Гидрохимический режим грунтовых вод изучался в скважинах Новинской комплексной гидрогеологической станции. Здесь было констатировано некоторое смещение хода кривой во времени, при сравнении графиков гидро-

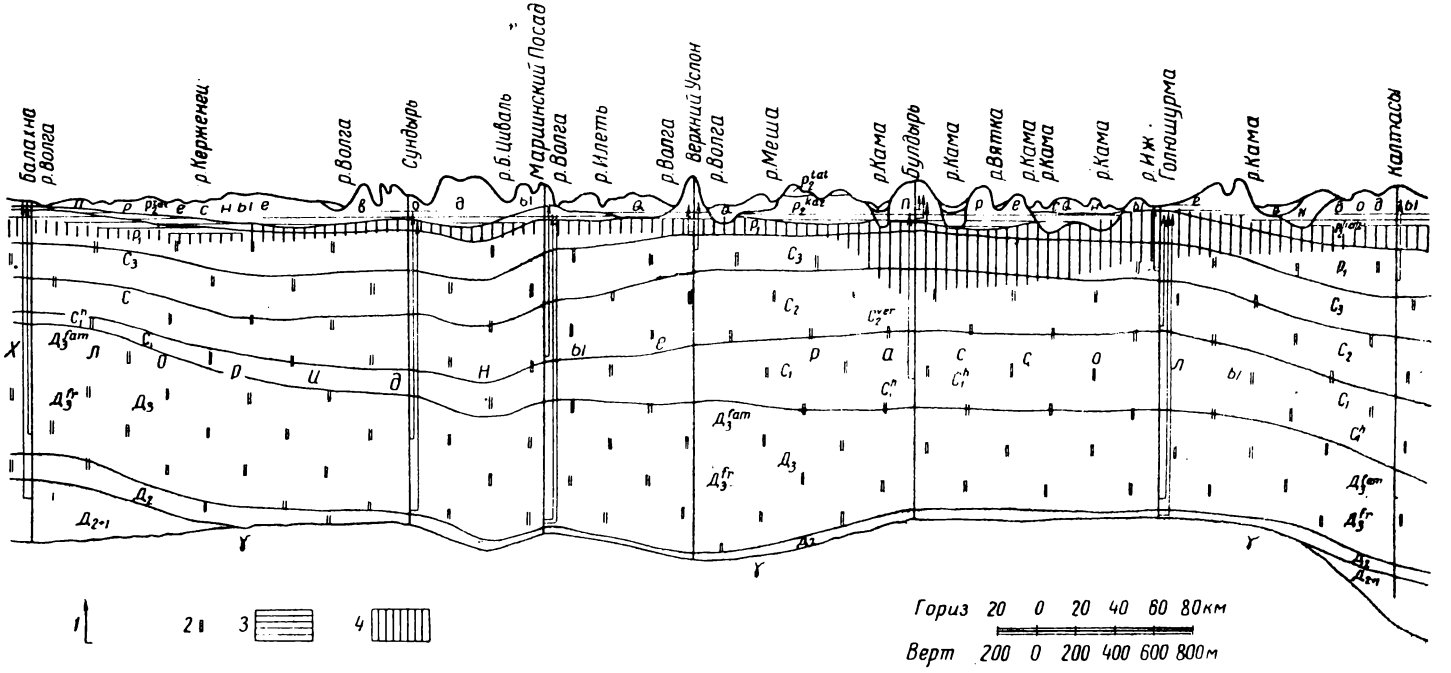


Рис. 33. Схематический гидрогеологический профиль по линии Балахна—Калтасы (по Т. П. Афанасьеву)

1 — пьезометрический уровень; *2* — трещинные воды малой водообильности; *3* — соленые воды сульфатные; *4* — соленые воды сульфатно-хлоридные

химического и уровенного режима воды в скважинах с уровенным режимом поверхностных вод. Кривая сульфатов имеет тенденцию к обратной зависимости от уровня, т. е. с повышением уровня воды в скважинах наблюдается падение количества сульфатов; наибольшее количество железа отмечается в конце лета и осенью. В последнее время опубликован разрез по линии Балахна — Калтасы Т. П. Афанасьевым (рис. 33).

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

А. Н. Семихатов выделил в пределах описываемого пространства три района, имея в виду преимущественно межпластовые водоносные горизонты, дающие воду питьевого значения.

1. Первый из этих гидрогеологических районов — это район пермских вод юго-восточного пермского поля в пределах бассейна Ветлуги и низовьев Оки. Он примыкает непосредственно к Алатырскому поднятию и вытянут в в северо-восточном направлении. Здесь обнажаются главным образом пестроцветные породы татарского яруса; казанский и более древние пермские породы развиты в южной части и районе Алатырского поднятия и Окско-Цнинского вала, где они довольно сильно закарстованы и дают местами обильные воды в виде источников. Жесткость этих вод в общем высока; только в местах поверхностного залегания хорошо выщелоченных пермских отложений воды доброкачественны. Характерным для водоносных горизонтов татарского яруса является их резко выраженная невыдержанность, причем воды приурочены либо к песчаным прослоям, либо к трещиноватой мергелистой зоне. В первом случае воды менее минерализованы. Сульфаты натрия являются весьма характерным соединением, минерализующим воды татарских отложений. Однако и эти воды в местах интенсивного дренирования и усиленного питания атмосферными осадками используются для питья. Там же, где этого рассоляющего воздействия поверхностных вод нет, минерализация их превышает 10 г/л.

2. Второй район — это район пермских вод Прикамья и Куйбышевского Заволжья. Он представляет очень большую территорию весьма сложных тектонических структур. Здесь имеют выход на поверхность казанские отложения (бассейны Камы, Вятки и Белой).

Минерализация казанских водоносных горизонтов невелика в зонах, близких к области питания. В речных долинах из казанских отложений нередко наблюдаются обильные родники. Породы татарского возраста, перекрывающие казанские отложения, развитые преимущественно на междуречных пространствах, не водообильны, так как они сильно дренированы, а также не являются подходящими для аккумуляции воды в литологическом отношении. Наличие интенсивного дренажа определяет удовлетворительные качества этих вод. Эти же породы, встречаемые в более или менее выраженных прогибах, содержат рассолы. А. Н. Семихатов обращает внимание на то, что в отложениях казанского яруса следует различать, с точки зрения водоносности, карбонатные фации, развитые в западных частях района, и континентальные (песчано-глинистые) фации, развитые на востоке. Последние дают обыкновенно воду лучшего качества.

3. Третий район — это район пермских вод склонов Уфимского плато и Предуральской депрессии. Здесь выходят на поверхность уфимские, кунгурские и артинские отложения. К ним приурочено довольно много водоносных горизонтов, которые обладают небольшой минерализацией только выше базиса речной эрозии. Более водообильны закарстованные толщи артинских известняков, которые местами непосредственно переходят в верхнекарбоновые известняки. Они развиты в центральной части Уфимского плато.

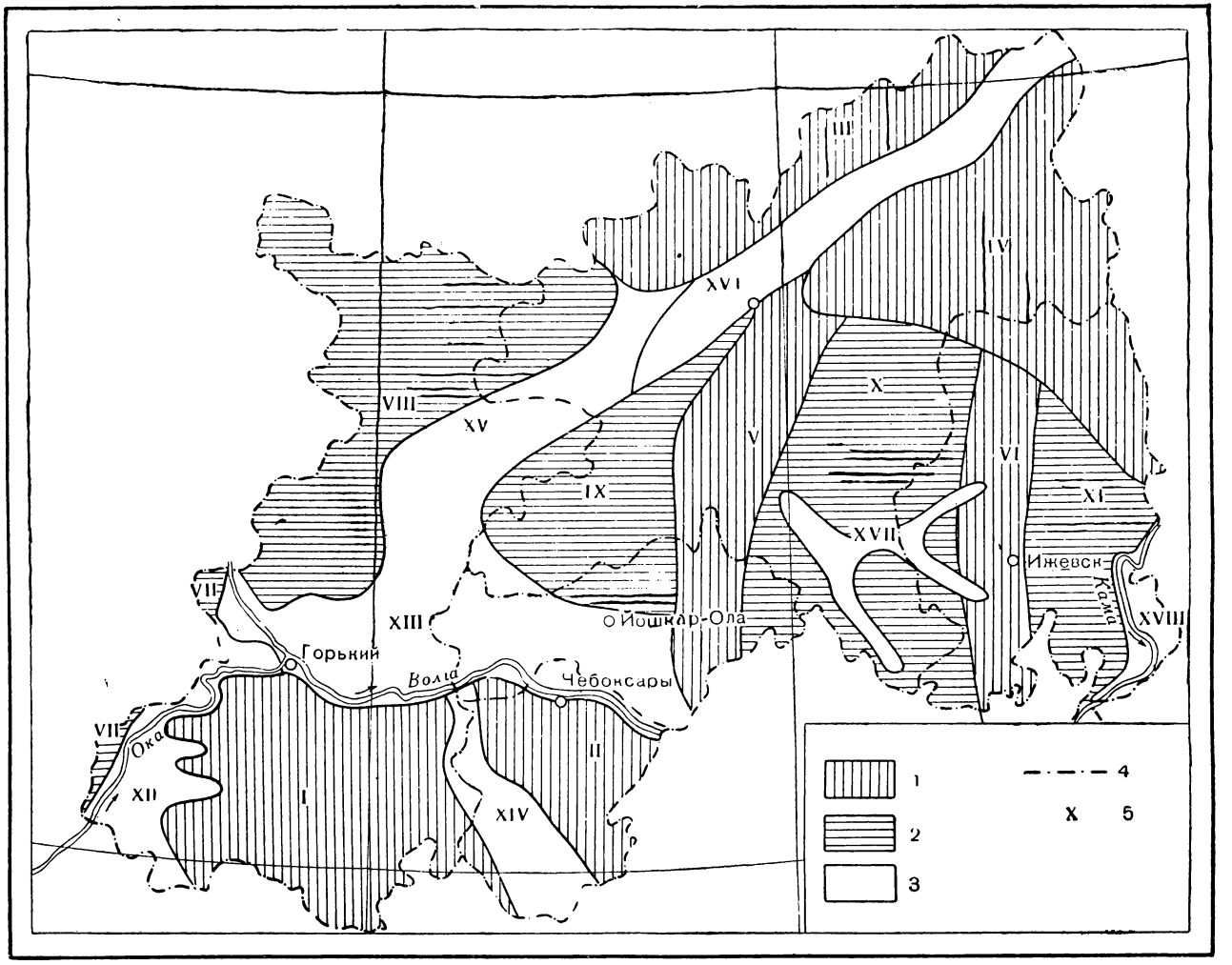


Рис. 31. Схематическая карта гидрогеологических районов Горьковской и Кировской областей, Чувашской, Марийской и Удмуртской АССР (по Ю. В. Порошину):

1 — возвышенности; *2* — пологие склоны; *3* — низины; *4* — границы автономных республик; *5*— номера районов

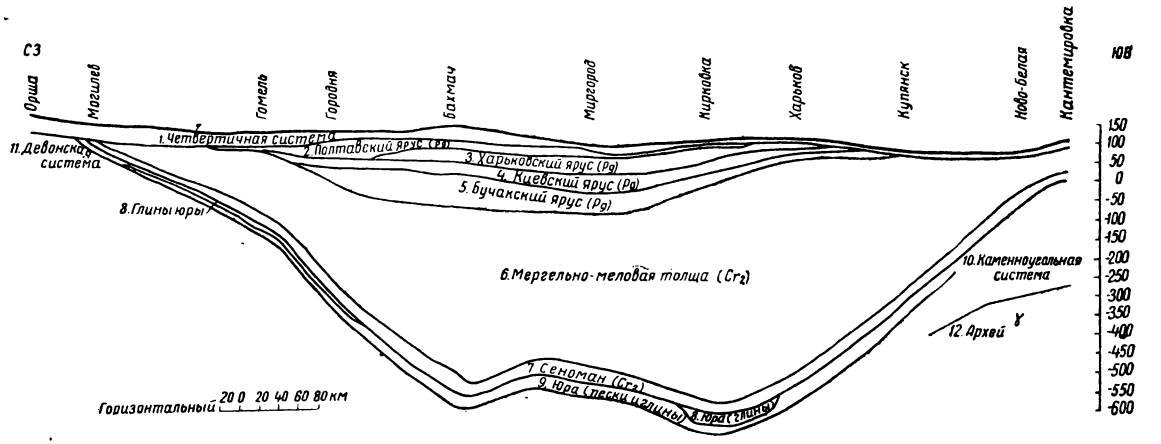


Рис. 35. Схематический геологический профиль по продольной оси мульды по линии Орша — Кантемировка.

Четвертичная система: *1* — кварцевые пески. Третичная система: *2* — полтавский ярус — пески; *3* — харьковский ярус — глауконитовые пески; *4* — киевский ярус — глины и мергелистые глины; *5* — бучакский ярус — кварцевые пески с фосфоритами. Меловая система: *6* — мергельно-меловая толща — турона и сенона; *7* — сеноман — пески. Юрская система: *8* — глины; *9* — пески и глины. *10* — Каменноугольная система. *11* — Девонская система — известняки, пески и глины. *12* — Архей

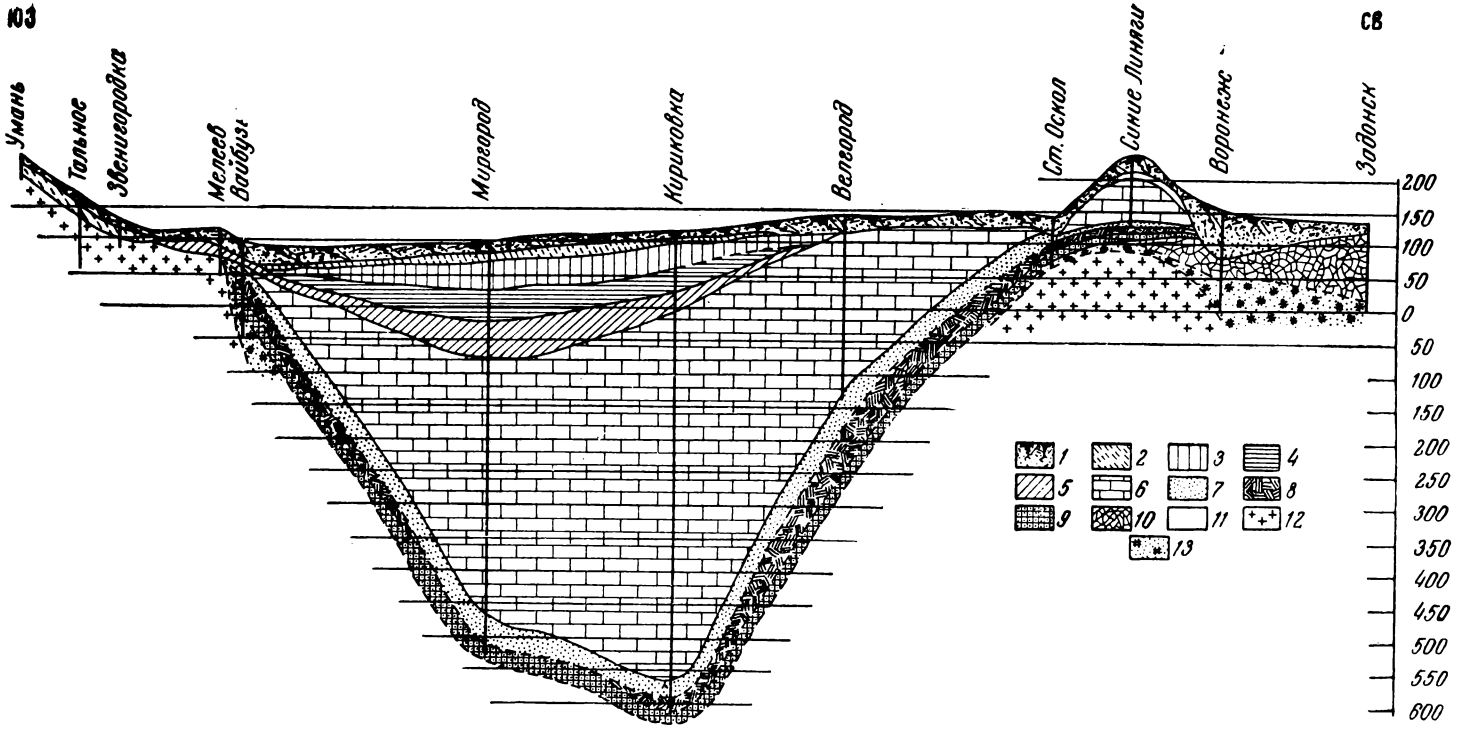


Рис. 36. Схематический геологический профиль северо-восточного направления по линии Умань — Задонск.

Четвертичная система: *1* — кварцевые пески. Третичная система: *2* — полтавский ярус — пески; *3* — харьковский ярус — глауконитовые пески; *4* — киевский ярус — глины и мергелистые глины; *5* — бучакский ярус — кварцевые пески с фосфоритом. Меловая система: *6* — мергельно-меловая толща турона и сенона, *7* — сеноман — пески. Юрская система: *8* — глины; *9* — глины и пески. Девонская система: *10* — известняки; *11* — глины и пески. *12* — Архей. *13* — Палеозой

В северной части Предуральской впадины пресные воды развиты в кунгурских отложениях в большей степени, нежели в южной части. Так, в Соликамско-Пермском районе известны обильные воды, используемые для водоснабжения, из плитняковой толщи кунгура. Но и здесь ниже базиса речной эрозии воды обладают высокой минерализацией. Этот район отличается большим количеством соленых и серно-соленых источников, которые приурочены к кунгурским отложениям.

Ю. В. Порошиным сделана попытка гидрогеологического районирования описываемой территории, причем в основу его он положил геоморфологическое районирование этого края, произведенное В. Ф. Добрыниным. Предложенные Ю. В. Порошиным восемнадцать районов являются по существу районами распределения грунтовых вод на этой территории.

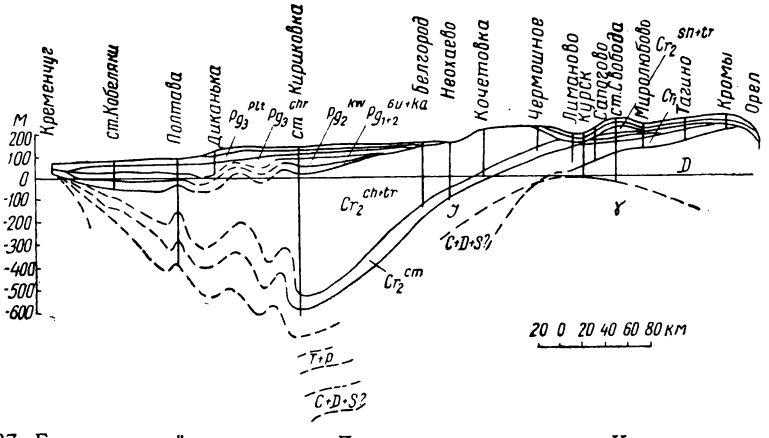


Рис. 37. Геологический разрез через Днепровскую впадину от Кременчуга до Орла (по К. И. Макову)

Из восемнадцати районов шесть относятся к различным возвышенностям, семь районов низинные, а пять представляют собой волнистые равнины, располагающиеся между возвышенностями и низинами (рис. 34).

VIII. МЕЖПЛАСТОВЫЕ ВОДЫ ДНЕПРОВСКОЙ (РУССКО-УКРАИНСКОЙ) ВПАДИНЫ

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Днепровская (Русско-Украинская) мульда имеет корытообразную форму, продольная ось которой вытянута в направлении с северо-запада на юго-восток. В геологическом отношении эта мульда выполнена разнообразными отложениями, причем только верхний мезозой и палеоген выражены более или менее одинаково на всем протяжении. Распространение более древних отложений на пространстве дна мульды не установлено с достаточной точностью.

В северо-западной части мульды осуществляется связь между описываемой впадиной и Прибалтийским артезианским склоном, палеозойские толщи которого имеют свое продолжение в Днепровской впадине. Девонские отложения здесь представлены в нижней части глинисто-песчаной толщей, а в верхней — известняками. Подобная толща девона распространена и вдоль северо-восточного края мульды. В районе Курска доказано существование глинисто-песчаной девонской толщи, однако известняков этого возраста здесь не обнаружено (данные бурений в Курске, Шостке и в других местах). Девон налегает непосредственно на массивно-кристаллические породы на юге и юго-западе площади своего развития и на метаморфические породы по

северной окраине (район Курской магнитной аномалии — Старый Оскол — Лозовая — Курск) (рис. 35, 36, 37).

На юго-восточной окраине под мезозойскими отложениями несомненно развиты каменноугольные отложения, а возможно и пермские. Разведочные структурные скважины обнаружили в осевой части мульды под мезозойскими породами толщу преобладающих глинисто-песчаных отложений мощностью более 1200 м, относимых к карбону и девону. В отношении верхнепермских, а также триасовых отложений имеются лишь предположительные данные.

Породы юрского возраста встречаются на протяжении почти всей Днепровской мульды. Они выражены глинисто-песчаной толщей, причем верхнюю часть этих отложений представляют преимущественно серые глины, а в нижней ее части преобладают пески и гравий, глины же представляют подчиненные прослойки в песчаной толще. По данным имеющихся буровых

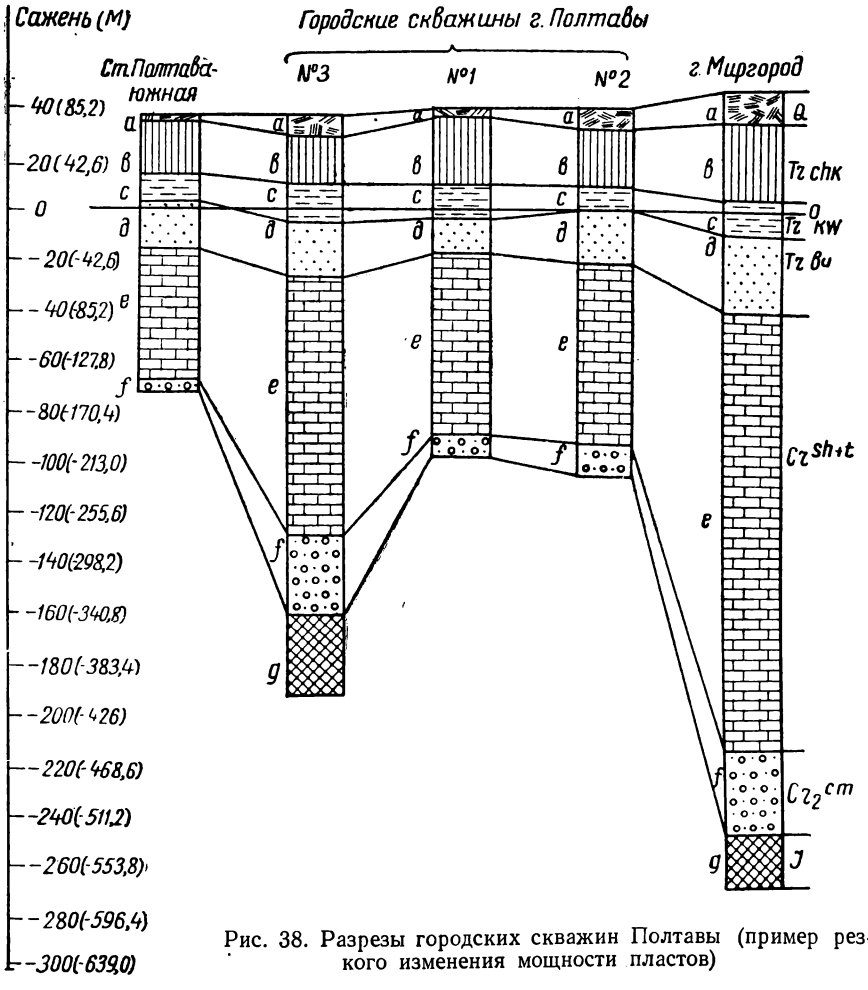


Рис. 38. Разрезы городских скважин Полтавы (пример резкого изменения мощности пластов)

скважин, юрские отложения достигают наибольшей мощности по восточной окраине — до 80 м. В западной же части мульды в ряде буровых скважин, например в г. Пересаже, юрские отложения вовсе не обнаружены.

Нижнемеловые отложения обнаружены и по западной окраине мульды, причем в разрезах наибольшей мощности они достигают в районе Шостки и выклиниваются по направлению к Бахмачу.

Верхнемеловые отложения имеют повсеместное распространение в мульде; они представлены толщей отложений сеномана, турона и сенона (рис. 38). Асимметрично по сравнению с меловыми отложениями заполняет мульду линза палеогеновых отложений. Продольная ось этой линзы, по сравнению с продольной осью меловой толщи, смещена в сторону Днепра по сравнению с осью наибольших мощностей меловой линзы. Палеогеновые отложения этого района обыкновенно делят на 4 яруса.

В основании палеогена залегает бучакский ярус, представленный кварцевыми и глауконитовыми песками с прослоями фосфоритов. В гидрогеологическом отношении подстилающая бучак каневская свита представляет с ним одно целое.

На бучакскую песчаную толщу налегает толща мергелей и известковистых глин голубоватого и зеленоватого цвета, относимых к киевскому ярусу.

Выше залегает харьковский ярус, который в западной части представлен глауконитовыми песчаными отложениями, а в северо-восточной более или менее вязкими глинами.

Сверху эту свиту замыкают отложения полтавского яруса, представленные преимущественно белыми мелкозернистыми кварцевыми песками; местами эти пески глинисты или содержат пропластки глин или песчаника.

Антропогеновые отложения в пределах Днепровской мульды в различных частях залегают на самых разнообразных отложениях — на девоне, карбоне, юре, мелу и разных ярусах палеогена.

В г. Ромны опорная буровая скважина вскрыла нижеприводимый разрез северного крыла роменской структуры[1] (по данным В. П. Купцова и М. И. Пейсика из К. И. Макова [53]).

	До глубины, м
Антропоген и полтавский ярус (60 м)	
1. Растительный слой, лёсс	9,5
2. Песок серый, неравнозернистый	18,5
3. Глина темно-зеленая, песчаная	27,0
4. Песок крупнозернистый и среднезернистый	60,0
Харьковский ярус (55 м)	
5. Песок крупнозернистый и среднезернистый	86,0
6. Глина зеленая, песчаная	90,0
7. Песок крупнозернистый, слюдистый	101,5
8. Глина зеленоватая	108,0
9. Песок кварцевый	115,0
Киевский ярус (18 м)	
10. Глина голубая, песчанистая	133,0
Бучакский и каневский ярусы (83 м)	
11. Песок зеленый, крупнозернистый	140,0
12. Песчаник темно-зеленый, переслаивается с песком	162,0
13. Глина зеленая, переслаивается с песчаником сливным	198,0
14. Глина серо-зеленая, карбонатная	216,0
Мел. Датский ярус (27 м)	
15. Глина серо-зеленая, песчаная, с обломками кристаллических пород	240,0
16. Глина и песчаник	243,0

[1] Водоносные горизонты не опробованы.

	До глубины, м
Маастрихт, сенон (109 м)	
17. Мел белый, писчий	265,0
18. Мергель светло-серый, плотный	552,0
Турон (68 м)	
19. Мергель песчаный, книзу мелоподобный	620,0
Сеноман (68 м)	
20. Песок фосфоритовый, разнозернистый	688,0
Юра. Оксфорд (86 м)	
21. Глина серо-зеленая, плотная	718,0
22. Песок средне- и мелкозернистый	720,0
23. Глина темно-серая, зеленоватая, плотная	774,0
Келловей (137 м)	
24. Глина серая, плотная, с известковыми включениями	825,0
25. Песок мелкозернистый	845,0
26. Песчаник темно-серый с включением галек	847,0
27. Глина темно-серая, плотная, сверху слоистая	911,0
Карбон верхний (461 м)	
28. Глина сургучно-красная, вязкая	921,0
29. Глина пестроцветная	981,0
30. Песок грубозернистый и пестроцветная глина	1000,0
31. Песок среднезернистый с зернами темных минералов	1040,5
32. То же с красной глиной	1042,0
33. Песчаник среднезернистый, серый	1044,0
34. Песок средне- и крупнозернистый с зернами темного минерала	1107,0
35. Пестроцветная порода	1125,0
36. Песок крупно- и среднезернистый, с зернами темного минерала	1131,0
37. Песок среднезернистый и пестроцветная глина	1137,0
38. Глина пестроцветная	1152,0
39. Песок крупнозернистый и пестроцветная глина	1161,0
40. Глина пестроцветная и песок крупнозернистый с охристыми включениями галек	1197,5
41. Песок среднезернистый и пестроцветная глина	1200,0
42. Глина пестроцветная	1202,0
43. Песок мелкозернистый, охристый и серые охристые глины	1220,0
44. Песок мелко- и грубозернистый, переслаивается с пестроцветной глиной	1301,0
45. Глина голубовато-серая, слюдистая с редкими известковыми включениями и обуглившимися растительными остатками	1305,5
46. Глина пестроцветная с прослоями песчаника и песка	1372,0
Карбон средний (338 м)	
47. Глина серая, песчаная	1392,0
48. Глина серая, с включением угля	1399,0
49. Глина серая	1405,0
50. Глина темно-серая, песчаная с включением угля	1411,0
51. Глина песчаная, темно-серая	1426,0
52. Глина темно-серая с прослоями угля	1453,0
53. Глина серая и темно-серая, плотная	1505,0
54. Песчаник глинистый светлый	1507,0
55. Глина серая и голубоватая, переслаивающаяся с песчаником темно-серым	1585,0
56. Глина с переслоями песка	1600,0
57. Песчаник серый, кварцевый	1605,0
58. Глина темно-серая и серо-зеленая	1608,0
59. Глина темно-серая и зелено-серая с прослоями угля	1625,0
60. Глина темно-серая с пропластками угля и сланца	1633,0
61. Глина темно-серая, слабо песчанистая, слюдистая, встречаются растительные отпечатки	1650,0
62. Уголь, возможно с прослоями песчаника и глины	1652,0
63. Глина серая и серо-зеленая песчаная	1666,0
64. Песок серый кварцевый	1671,0
65. Глина серая с прослоями песчаника и угля	1675,0
66. Глина темно-серая и серо-зеленая	1685,0
67. Песчаник серый среднезернистый	1689,0
68. Глина темно-серая с прослоями песка	1699,0
69. Глина темно-серая с прослоями песчаника	1710,0

	До глубины, м
Карбон нижний (246 м)	
70. Глина плотная, слоистая, с тонкими прослоями мелкозернистого песка	1726,0
71. Известняк темно-серый, кристаллический пиритизированный; трещины и каверны заполнены нефтью	1752,0
72. Сланец серо-зеленый, песчанистый и слюдистый	1756,0
73. Известняк серый, кристаллический, внизу с прослоями глины	1776,0
74. Сланец голубовато-зеленый, глинистый, известковистый с прослоями известняка	1825,0
75. Глина темно-серая с прослоями известняка	1837,0
76. Глина темно-серая и серо-голубая, сланцевая	1847,0
77. Известняк серый, перекристаллизованный, переслаивающийся с глинистыми сланцами	1901,0
78. Сланец глинистый темно-серый, с тонкими прослоями известняка	1956,0
Девон (183 м)	
79. Песчаник серый, кварцевый с прослоями угля и глины	1983,0
80. Глина серая, песчаная	2023,0
81. Песчаник крепкий, кварцевый	2033,0
82. Песчаник среднезернистый, крепкий, с прослоями серой и сургучно-красной глины	2070,0
83. Глина сургучно-красная, плотная	2078,0
84. Конгломерат гальки кварца и разрушенного полевого шпата	2080,0
85. Песчаник светло-серый с прослоями глинистого сланца	2093,0
86. Сланец глинистый, темно-серый, плотный	2117,0
87. Сланец глинистый, темно-серый, с прослоями известняка	2139,0

В тектоническом отношении Русско-Украинская мульда изучена недостаточно полно. Прежние представления о правильном и спокойном залегании пород в осевой части мульды опровергаются последними глубокими буровыми разведками.

Однако сложно построенное Приднепровье (Каневские дислокации) не тектонического, а ледникового происхождения.

Ниже дается таблица соотношения мощностей толщ (в м) разного возраста в буровых скважинах гг. Ромны и Глинска, разрезы которых приведены на рис. 17 и 18.

Таблица 13

Среднегодовые величины основных климатических факторов

Районы	Температура	Осадки, мм/год	Испаряемость, мм/год
1. Верховья Днепра (Смоленск — Могилев)	4,5—5,3	650—675	500—550
2. С.-в. крыло впадины (Брянск)	4,7—5,6	500—570	900—950
3. Ю.-в. крыло впадины (Старобельск — Ворошиловград)	6,8—7,2	450—475	1000—1100
4. Ю.-з. крыло впадины (Киев — Кременчуг)	7,3—8,4	520—550	750—850
5. Центр впадины (Харьков — Миргород)	6,8—7,2	475—515	750—940

Ромны		Глинск	
Q	0 — 60	Q	0 — 40
Pg	60 — 216 (156)	Pg	40 — 420 (380)
Cr_2	216 — 620 (404)	Cr	420 — 1010 (590)
Cr_1	620 — 688 (68)	J	1010 — 1145 (135)
J + T	688 — 911 (223)	T + P	1145 — 1900 (755)
C_3	911 — 1372 (461)	C_3	1900 — 2300 (400)

C_2 1372 — 1710 (338)
C_1 1710 — 1956 (246)
D 1956 — 2139 (183)

В геоморфологическом отношении мульда занимает южные склоны Средне-Русской возвышенности, охватывая две зоны грунтовых вод (по В. С. Ильину): овражную и овражно-балочную в их западной части.

В климатическом отношении северо-западные районы носят черты гумидного, а юго-восточные — аридного характера, что можно видеть из некоторых среднегодовых величин, приведенных в табл. 13.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Водоносность девонских отложений. В толще девонских отложений Русско-Украинской мульды обыкновенно выделяют водоносный горизонт в известняково-доломитовой толще. Этот водоносный горизонт эксплуатируется по северной окраине мульды.

В верховьях Днепра, как уже указывалось выше, наблюдается постепенный переход толщ палеозоя из пределов Прибалтийского артезианского склона в описываемую впадину. В этой переходной полосе водоносные горизонты в девоне отмечаются (в направлении с севера на юг) от Смоленска до Могилева на Днепре.

Еще С. Н. Никитин отмечал, что «трещиноватые известняки Орловско-Воронежского плато представляют идеальную площадь водопоглощения большей части осадков, выпадающих на эту площадь; целые реки пропадают в этих отверстиях».

По-видимому, крайними точками распространения этого водоносного горизонта можно считать на западе Оршу, на востоке Харьков. По данным Н. А. Плотникова [65], площадь питания девонского известняково-доломитового горизонта располагается по линии Ляды—Рославль—Басово—Кромы. По этой линии наблюдаются выходы девонских отложений в пределах речных долин.

На северной окраине мульды на трещиноватых известняках залегают юрские водоносные пески. По расположению изопьест можно думать, что девонские воды питают юрский водоносный горизонт. По мнению Н. А. Плотникова, в некоторых случаях эти же воды питают и грунтовые воды в антропогеновых отложениях.

С точки зрения потребления девонские воды в некоторых случаях недостаточно благоприятны. Как это обычно бывает в водах жильного характера, в них иногда наблюдаются муть и опалесценция. Жесткость девонских вод колеблется от 12 до 22°, но в скважине водопровода в Орле жесткость достигает 38°. Постоянная жесткость колеблется от 4 до 8°. Бактериологические анализы показывают, что в некоторых пунктах наблюдается загрязнение девонских жильных вод органическими веществами. Так, например, в скважинах Брянска количество колоний колититр достигает 3222 в $см^3$. Замечено, что по мере углубления в известняковую толщу девона жесткость вод увеличивается. Точно так же есть указания и на то, что по мере эксплуатации колодцев, потребляющих воду известняково-доломитовой толщи, концентрация водных растворов также увеличивается.

В настоящее время целый ряд скважин эксплуатирует воду девонских отложений. Так, например, в Выдрице расход воды получается около 1 л/сек; в Брянске — около 86 л/сек; в Бежицах — около 85 л/сек при понижении уровня в буровой скважине на 11,4 м; в Кромах — около 1 л/сек; в Орле — около 8,8 л/сек.

Удельный расход брянских буровых скважин достигает 15—22 л/сек. По данным З. М. Вортмана [11], на примере буровой скважины завода «Красный Профинтерн» отмечается нарастание расходов самоизливом по мере углубления в толщу девона:

глубина в м	60	63,5	75	80,5	85,6
расходы в м³/час	0,6	12—18	50	62—75	250.

Как особо интересный факт можно отметить катастрофические результаты бурения на воду в Брянске в 1894 г., когда вследствие технического недосмотра напорная девонская вода проникла в затрубные пространства и размыла обширную воронку вокруг буровой. Полагают, что в то время расход ее достигал 800 л /сек.

Подстилающая известняково-доломитовую толщу песчано-глинистая толща девона не имеет большого гидрогеологического значения, так как пески здесь не повсеместны, обычно мелкозернисты, глинисты и не достигают большой мощности.

В отношении условий залегания кровли водоносных девонских песков (некоторые авторы относят их к среднедевонским, устанавливая, таким образом, их соответствие с нижней песчано-глинистой толщей континентального девона Главного девонского поля), указываются следующие высотные данные в м абс.:

в Пересаже —197; в Могилеве +69, +90;
в Дрошине +69; в Курске —2.

В этих пунктах мощность данной толщи девона колеблется от 1 до 7 м; расходы воды из буровых скважин иногда резко различны даже на близких расстояниях и зависят, по-видимому, от технического состояния; так, например, в Могилеве в буровой скважине на Виленской ул. удельный расход достигает 0,36 л/сек, а в новой буровой скважине он достигает 5 л/сек. Однако в большинстве случаев удельные расходы невелики.

Из двух водоносных горизонтов девона водоносный горизонт в известняково-доломитовой толще имеет обыкновенно значительно большее значение.

Водоносность каменноугольных отложений. Водоносность карбона выявлена рядом буровых скважин в юго-восточной и осевой частях мульды.

На юго-востоке карбон перекрывается чаще всего сеноманскими песками и реже мергельно-меловой толщей. Пресная вода в карбоне встречена в Зеленом яру на глубине 108,3 м с удельным расходом около 0,6 л/сек, причем водоупорным ложем водоносных известняков явились сланцы визейского яруса. Хорошего качества самоизливающаяся вода (относительный напор +4 м) встречена в известняках нижнего карбона в с. Новобелое и без самоизлива в Великоцкой и Кантемировке, в то время как в Стрельцовке и Николаевке в этих же толщах карбона вода оказалась солоноватой. В глубоких горизонтах карбона, особенно в осевой части мульды, встречены хлористо-натриевые (галитовые) воды очень высокой концентрации с содержанием брома до 175, йода до 0,8 и борной кислоты до 12,5 мг/л, частью используемых с бальнеологическими целями (Старобельск). Водоносные горизонты обнаружены также и в верхней пестроцветной толще карбона.

Вода всюду со значительными напорами; местами наблюдался самоизлив (например, в Каневе до + 7м). Однако, в то время как в Каневе вода оказалась пресной (плотный остаток 465 мг/л), в Ворошиловграде галитовая вода показала сумму ионов до 21 191 мг/л с глубины 406 м, причем содержала брома 67,3 и йода 0,7 мг/л.

Водоносность юрских отложений. Юрский водоносный горизонт, как уже указывалось, распространен, по-видимому, на протяжении всей Русско-Украинской мульды, кроме северо-восточной окраины, где он развит на

небольших разрозненных площадях. Глубина его залегания наибольшая в центральной части мульды, где этот водоносный горизонт вскрыт немногими глубокими скважинами. Следующие две цифры дают представление о высотных условиях залегания юрского водоносного горизонта: в Могилеве юрские глины лежат на отметке +90, а в Кириковке — на отметке—586 м. Таким образом, как мы видим, верхняя поверхность юрских отложений по направлению к центральной части мульды понижается на 676 м.

Мощность отдельных литологических разностей в толще юрских отложений меняется в широких пределах. По-видимому, наибольшей мощности песчаные пласты достигают в глубокой части мульды. Именно эта толща юрских отложений в общем водоносна. В некоторых скважинах (например, в Миргороде) были отмечены прослои безводных песков. Н. А. Плотников полагает, что в данном случае, вероятно, мы имеем дело с линзами песка в глинистой оболочке. По данным того же автора, «основное питание должно быть на северной границе мульды». В отношении источников питания он высказывает следующие соображения:

«Выше мы отметили, что выходов юрских песков нами не обнаружено (выходят глины), и если выходы юрских песков на поверхность и есть, то только в восточной половине северной границы мульды. Перекрыты пески глинами, через которые может быть лишь незначительное, если оно есть, питание. Но одновременно нами были отмечены пункты, где юрские пески лежат непосредственно на трещиноватых известняках (Рославль, Брянск, Касторная). Здесь мы имеем фактическое соприкосновение, прослеженное на громадной площади (около 5000 км²), двух водоносных горизонтов — юрского и девонского. Для доказательства питания юры из девонских известняков мы составили карту связи юрского и девонского горизонтов в виде изопьест юры... Таким образом, налицо переливание из девонских известняков в юрские. Это переливание, наверное, происходит в грандиозных размерах, так как площадь соприкосновения велика».

К. И. Маков [53] выделяет следующие районы водоносности юрских отложений:

1. Преимущественное сложение юры глинами и мелкими глинистыми песками с подчиненными им чисто песчаными отложениями (Пересаж — Могилев) — слабая водоносность.

2. Распространение среди серых глин крупнозернистых песков, частью гравелистых (Брянск — Киев) — хорошая водоносность.

3. Песчано-глинистые толщи с малой водоотдачей (Бахмач—Бобровица).

4. Среди глин мощные толщи крупных песков (Брянск— Курск — Харьков) — хорошая водоносность.

5. Условия, как в районе 2 (Харьков — Полтава — Миргород — Киев) — хорошая водоносность.

6. Песчаные толщи юры встречены спорадически (Щигры — Старый Оскол — Касторная).

Поскольку юрский водоносный горизонт имеет ложем не везде известняково-доломитовую толщу, но местами и другие отложения девона, а также отложения и других систем, то естественно, что связь этого горизонта имеется и с другими водоносными горизонтами — например, карбона. Кровлей юрского водоносного горизонта являются пески, и можно думать, что юрские воды во многих случаях питают сеноманский водоносный горизонт или питаются за его счет.

Качество юрских вод в общем можно признать удовлетворительным. Более полно юрские воды изучены с этой стороны в Курске, Киеве и Харькове.

В Курске общая жесткость воды по пробам, взятым в течение целого

ряда лет из различных скважин, колеблется от 13,2 до 15°,5; различные компоненты (в мг/л) колеблются: окись кальция — от 101 до 120, окись магния — от 16 до 28, железо — от 0,1 до 0,8, нитрат — от 0 до 0,5, нитрит — от 0 до 0,01. Бактериальная характеристика вполне удовлетворительна. Указывают, что для юрских вод в Курске можно отметить несколько повышенное содержание железа. Температура воды колеблется от 8,25 до 8°,5, оставаясь постоянной в разные времена года.

В Киеве температура воды этого горизонта колеблется от 14,6 до 16°,3. Реакция слабо щелочная. Общая жесткость колеблется от 10,8 до 12°,7. Отдельные компоненты (в мг/л) в пределах: окись кальция — от 67,5 до 80; окись магния — от 25,7 до 38,97; железо — от 1,0 до 2,8. В некоторых случаях наблюдается слабый запах сероводорода. В бактериологическом отношении вода совершенно удовлетворительна. Обращает на себя внимание несколько повышенное содержание железа.

В Харькове температура воды юрского горизонта около 22°. Общая жесткость в среднем 15,7—17°,6. Содержание железа со временем повышается (наблюдалось до 2,4 мг/л), по мнению Н. А. Плотникова, вероятно, в связи со смывом железа в трубах. Азотистой и азотной кислот нет. В бактериологическом отношении вода вполне удовлетворительна. В общем в Харькове наблюдается несколько повышенная жесткость по сравнению с водами Курска и Киева.

В приведенных примерах обращает на себя внимание различие температур воды в трех данных пунктах соответственно 8, 15, 22°, что несомненно стоит в связи с глубиной залегания водоносного горизонта. Н. А. Плотников подсчитал геотермические градиенты для отдельных пунктов Днепровской мульды, а именно: для Курска — 16,1, для Василькова — 18,1, для Киева — 21,2, для Миргорода — 39,8, для Харькова — 38,6 м; при этом он обращает внимание на то, что геотермические градиенты возрастают по мере углубления мульды.

Особняком в целом ряде отношений стоит вопрос о воде миргородской буровой скважины. Принято считать, что эта скважина точно так же достигла юрского водоносного горизонта, однако качество этой воды резко отличается от всего, что мы знаем о юрских водах Днепровской мульды, а именно: плотный остаток (при 110°) достигает 3149 мг/л. Неизвестно, какого происхождения минерализация этой воды. Весьма возможно, что в данном случае имеет место переливание в юрские отложения воды из какой-нибудь соляно-купольной структуры нижележащего высоконапорного водоносного горизонта, вернее всего из верхнего палеозоя. Несколько повышенная концентрация (до 1512 мг/л) была встречена в Репьевке; по нормам для Европейской части Союза эта вода считается совершенно негодной для питья. Приемлема, но все же очень жестка вода в Переяславле (до 860 мг/л).

Фактическое использование вод юрского горизонта приурочено к северо-восточному и северо-западному крылу мульды, т. е. именно к тем ее частям, где этот водоносный горизонт располагается не так глубоко. Только в Полтаве, Харькове и в Миргороде используется юрская вода, залегающая на большой глубине. В первых двух городах это объясняется потребностями городов в больших количествах воды для водоснабжения, а в последнем — лечебными целями. Количество воды, которое выбирается в сутки в различных пунктах, достигает следующих величин: в Курске — около 127, в Харькове — до 289, в Киеве — около 180 л/сек.

В некоторых городах вода получается из буровых скважин самоизливом; так, например, в Миргороде из скважины № 1 — около 4 л/сек и из скважины № 2 — около 1,5 л/сек; в Переяславле — около 0,25 л/сек. В Курске и Харькове некоторые скважины также дают самоизливающуюся воду

из юрского водоносного горизонта; так в Харькове — до 20, в Курске — до 65 л/сек. Удельные расходы буровых колеблются от 0,1 до 8 л/сек.

Наиболее высокие пьезометры (в м абс. высоты) наблюдались в Тагиле (204,5), Рославле (198,9), Новом Теребуже (182,4), Фатеже (177,2), и наиболее низкие в Переяславле (98), Полтаве (95) , Байбузах (93,1). Это позволяет наметить общее направление стока юрских вод с северо-востока к центру котловины, а может быть и далее на юго-запад.

В местах усиленного разбора юрских вод наблюдались местные депрессии. Так, к 1935 г. в Курске пьезометры снизились на 4—6 м, в Харькове — на 20—22 м, в Киеве — на 20—25 м. Однако, по мнению украинских гидрогеологов, это снижение пьезометров не таит в себе опасности истощения водоносного горизонта, вода которого в названных пунктах отличается очень хорошими питьевыми качествами.

Сеноманский водоносный горизонт. По-видимому, распространение сеноманского водоносного горизонта по площади совпадает с распространением юрского водоносного горизонта и захватывает почти всю площадь Русско-Украинской мульды. И этот горизонт быстро падает вглубь от окраины мульды к ее центральным частям, где достигается только небольшим количеством скважин. Некоторые отметки характеризуют условия залегания кровли этого водоносного горизонта (в м):

Могилев +112,47	Кириковка —560,73
Гомель —69, 97	Харьков —474,83
Городня — 257,33	Новобелая —16,57
Бахмач —477, 98	Кантемировка +23,44.

Таким образом, различие в крайних отметках достигает 673 м.

Выклинивание сеноманских песков обнаружено между Харьковом и Перещепином. В подавляющем большинстве случаев сеноманские пески лежат на юрских глинах и только в немногих пунктах они имеют ложем либо юрские пески (Миргород, Харьков, Бахмач), либо нижний мел (Шостка), либо карбон (Новобелая, Кантемировка). В приднепровской полосе пески становятся глинистыми и частично переходят в глины и песчаники, а в районе Киева распространены опоковые разности сеномана. Мощность песков 26—30 м. Кровлей сеноманских песков является мергельно-меловая толща. В некоторых случаях на контакте были встречены либо сеноманские мергеля с фосфоритами, либо небольшие прослойки песчанистого мела.

По самой северной окраине мульды, непосредственно на сеноманских песках лежат антропогеновые образования, а на западе отложения бучакского яруса. Учитывая изопьестические поверхности этого водоносного горизонта, Н. А. Плотников считает, что областью питания его является северная окраина мульды, причем движение воды идет в основном с севера на юг и юго-восток. Питание идет либо за счет атмосферных вод, либо за счет речных вод; последнее имеет место тогда, когда толща сеномана прорезается речными долинами (верховья рр. Сейма и Тускори). Н. А. Плотников предполагает, что существует связь сеноманских вод не только с юрскими, о чем говорилось выше, но и с водами трещиноватой мергельно-меловой толщи.

Качество сеноманских вод установлено в ряде пунктов. В районе Курска температура воды колеблется от 8 до 11°, общая жесткость — от 8 до 57°, плотный остаток — от 159 до 1668 мг/л, окись кальция — от 63 до 352 мг/л, а окись магния — от 12 до 120 мг/л., окись железа изменяется от 0,2 до 1,0 мг/л. В бактериальном отношении вода обычно удовлетворительна. В некоторых случаях, например в Курске, устраиваются поглощающие колодцы в трещиноватых мергелях туронского яруса. Так как предполагается связь вод этих мергелей с сеноманскими, то, очевидно, этим путем можно ждать бактериального загрязнения сеноманских вод.

В Киеве общая жесткость колеблется от 14 до 29°,5, плотный остаток — от 318 до 457 мг/л, окись кальция — от 123 до 150 мг/л, окись магния — от 20 до 24 мг/л, железо — от 0,6 до 3,5 мг/л. В общем вода удовлетворительна по своим качествам, но обладает в некоторых случаях повышенным содержанием железа. По мнению Н. А. Плотникова, «сравнивая анализы вод сеноманских и бучакских, мы обнаруживаем сходство анализов сеноманской и бучакской вод для Киева».

В Полтаве общая жесткость слабо щелочной воды колеблется от 0,56 до 1°,26, плотный остаток — от 684 до 751 мг/л, окись кальция — от 8,0 до 8,5 мг/л и окись магния — от следов до 9,9 мг/л.; сравнительно много хлора — от 118,5 до 245 мг/л. По мнению Н. А. Плотникова, последнее обстоятельство указывает на связь сеноманских вод в данном пункте с юрскими водами типа миргородских. В бактериальном отношении вода совершенно удовлетворительна.

В Брянске общая жесткость колеблется от 15 до 30°; здесь наблюдается повышенная жесткость воды по сравнению с другими пунктами; в бактериальном отношении вода благонадежна.

В Льгове общая жесткость колеблется от 20 до 26°, окись кальция — от 172 до 192 мг/л, окись магния соответственно от 19,2 до 10,1 мг/л. Вода может быть признана вполне благонадежной.

В осевой части мульды воды сеномана местами осолонены настолько, что в некоторых пунктах (Ромны, Миргород) неприемлемы для водоснабжения.

В отдельных городах из сеноманского водоносного горизонта получается довольно много воды. Так, например, в Киеве откачивалось в 1932 г. в среднем 350 л/сек, а в 1936—1937 гг., до 690 л/сек; в Полтаве в 1940 г. получалось самотеком 7—15 л/сек, а откачкой до 70 л/сек; в Гомеле 3—8 л/сек.

К. И. Маков отмечает, что «значительный рост отбора воды из сеноманского горизонта Киева, достигая в 1936—1937 гг. 50—60 тыс. м³/сутки, привел к тому, что в Киеве благодаря взаимному влиянию скважин образовалась обширная районная депрессия пьезометров с двумя наиболее сниженными зонами (прилыбедская и приднепровская). В этих зонах отметки пьезометров едва достигли в 1938—1939 гг. 60—70 м вместо нормальных для этого района 96—97 м абсолютной высоты...

Анализ создавшихся гидравлических условий в сеноманском горизонте Киева показал, что снижение пьезометров шло в общем в соответствии с ростом откачки воды из горизонта. Кроме того, установлено, что распространение депрессии сеноманского горизонта невелико и в 1935 г., при откачке до 50 000 м³/сутки и наибольшем понижении в центральной части приднепровской воронки до 70 м абсолютной высоты, распространялось на 3—3,5 км.

Учитывая, что сеноманский водоносный горизонт в районе Киева обладает еще значительным напором и депрессия развивается приблизительно в соответствии с ростом отбора воды, а площади, охваченные депрессией пьезометров, ограничены, есть все основания надеяться на получение из сеноманского горизонта Киева значительных количеств воды за счет дальнейшего снижения пьезометра вод на старых площадях эксплуатации и освоения новых площадей. Ориентировочные подсчеты показывают, что в Киеве можно получить из сеноманского горизонта до 140 000 м³/сутки».

Несомненно, подобное рассуждение применимо и к другим пунктам Днепровской мульды, где в результате усиленной откачки воды из сеномана наметились уже депрессионные воронки местного значения (Полтава, Гомель).

Согласно распределению изопьест, наблюдается направление сеноманского потока вод с северных окраин мульды, где воды имеют еще характер грунтовых (Брянск, Щигры) на юг и юго-восток.

Водоносность мергельно-меловой толщи. Наиболее высоким водоносным горизонтом в мезозойской толще является мергельно-меловой горизонт, развитый в туронской и сенонской толще верхнего мела. Эта толща, как уже указывалось, лежит в виде обширной линзы, имеющей в своей центральной части мощность до 570 м, и к краям Русско-Украинской мульды выклинивается или становится ничтожной величиной, а именно в Киеве 10—15 м, в Брянске 16—20 м. В Полтаве наблюдались резкие колебания мощности этой толщи от 127 до 268 м на небольших расстояниях. Выходы верхнемеловых отложений имеются по северо-западной и северо-восточной окраине мульды. В общем породы трещиноваты, а местами закарстованы.

Туронская толща представлена белым глинистым мелом с Inoceramus Lamarki, Inoceramus involutus и многочисленными обломками других крупных иноцерамов. В некоторых местах глинистый мел замещается желтовато-серыми опоками. Вся эта толща вверху переходит в нижний сенон.

Нижний сенон также представлен белым глинистым мелом с Belemnitella praecurson и в некоторых местах замещается желтоватыми и голубоватыми мергелями. Нижнесенонский мел постепенно переходит в очень мягкий писчий мел верхнего сенона. Нижние горизонты последнего характерны большим количеством сростков черного кремня. В верхних частях писчий мел переходит в глауконитовый мел, а местами в глауконитовый известковистый песок с мелкими фосфоритовыми гальками.

От нижних слоев верхнего сенона резкой эрозионной границей отделена толща белого мела с Belemnitella mucronata. В нижних частях этой толщи наблюдаются глинистые фосфоритовые сростки, а в верхней примесь глауконита и опок.

Такой характер имеет мергельно-меловая толща в северо-западной части района. По направлению на восток меловые фации преобладают. В центральной части мергельно-меловой линзы основная толща представлена в нижних слоях мелом и мергелями турона, а выше, в нижнесенонских горизонтах — глинистыми мергелями и еще выше, в верхнесенонских меловых толщах, наблюдаются пропластки глауконитового мела и глауконитовых песков с фосфоритами. Последняя толща довольно водоносна, но к югу она в горизонтальном направлении переходит в толщу мела с фосфоритами.

Для мергельных и меловых горизонтов характерна трещиноватость, причем, по-видимому, чем более глинисты горизонты, тем они менее трещиноваты, так что в чисто меловых пластах трещиноватость значительно интенсивнее, нежели в мергельных.

По наблюдениям исследователей, слои кремнистых сростков «в буровой практике служат ориентировочными для получения сильной воды из мела». Это связано с тем, что под горизонтами с кремневыми сростками залегают либо водоносные толщи трещиноватого мела, либо пропластки песков. В некоторых случаях трещиноватость мергельно-меловой толщи настолько ничтожна, что практически ее можно считать неводоносной. По данным Н. А. Плотникова, в таких случаях удельный дебит падает до 0,003 л/сек.

Областью питания мергельно-меловой толщи являются северо-западная и северная окраины мульды. Так как здесь мергельно-меловая толща обычно залегает выше уровня рек, то в некоторых пунктах наблюдается питание водоносного горизонта за счет инфильтрации поверхностных вод речных долин. Высказывается предположение о том, что существует связь мергельно-меловых вод как с нижележащими сеноманскими, так и с расположенными выше бучакскими.

С точки зрения водоснабжения воды в мергельно-меловой толще считаются обычно удовлетворительными. Они, как правило, обладают щелочной

реакцией; общая жесткость колеблется в пределах от 14 до 32°, а постоянная — от 6 до 26°, плотный остаток — от 280 до 930 мг/л, окись кальция — от 116 до 236 мг/л, окись магния — от 11 до 44 мг/л.; содержание железа ничтожно. Нормально не наблюдается органического загрязнения, кроме случайных пунктов, где оно может быть связано с техническими недостатками водозаборных сооружений. Крайние пределы плотного остатка (в мг/л): Чериков — 191, Старобельск — 215, Россошь — 2385, Харьков — 1798. Для вод мергельно-меловой толщи можно отметить их повышенную карбонатную, а в некоторых случаях и сульфатную жесткость; однако даже в Россоши и такие воды используются.

С точки зрения количественного распределения подземных вод К. И. Маков выделяет:

«1. Область развития мощной толщи мела и мергеля, перекрытой значительной толщей третичных и четвертичных отложений,— это район напорных меловых вод с постепенным угасанием и отсутствием водоносности к югу. Южная граница этого участка совпадает с южной границей распространения меловых вод, а северная приблизительно с линией Гомель — Ворожба — Харьков.

2. Область развития мощной толщи мела и мергеля, перекрытой незначительным покровом послемеловых отложений, — это район собственно водоносного горизонта. Он располагается к северо-востоку от проведенной границы первого района до долины Сейма и средней Десны.

3. Область развития небольшой по мощности толщи мела и мергеля, залегающих на сеноманских песках, вскрытых речными системами,— это район непостоянной водоносности. Последняя область намечается к северу от долины Сейма и среднего течения Десны».

Фактически воды мергельно-меловой толщи используются по всей северной и северо-западной половине мульды. Там же, где они скрыты палеогеновыми водоносными горизонтами и залегают уже на значительной глубине, их использование экономически менее выгодно. В настоящее время из этой толщи используется довольно большое количество воды в различных местах и больше всего в Харькове: свыше 323 л/сек в 1933 г. В других пунктах, конечно, таких крупных расходов нет. Н. А. Плотников дает следующие цифры для некоторых единичных буровых скважин:

Александровка — 1,8 л/сек; Теткино — 4,1 л/сек при понижении до 6,4 м;
Бочечки — 7,0 л/сек; Белгород — 1,9 л/сек при понижении до 1,7 м;
Рыльск — 2,2 л/сек; Харьков — 14 л/сек.

Большие расходы отдельных колодцев наблюдаются в долине Северного Донца. Из плотного трещиноватого мела при незакрепленных буровых скважинах получаются обычно более значительные расходы. Из мергельно-меловой толщи указываются мощные родники, часто носящие название «Гремячий ключ» и дающие расходы до 10—15 л/сек. Особенно мощные источники существуют в районе ст. Кременной Донецкой ж. д., где в балке Песчаной замерены расходы более 180 л/сек.

В результате изъятия больших количеств воды из мергельно-меловой толщи в Харькове наметилась местная депрессионная воронка, изученная рядом исследователей. Основываясь на том, что падение пьезометров происходит пропорционально водозабору, К. И. Маков полагает, что допустимо и дальнейшее увеличение последнего до пределов около 600 л/сек.

Водоносность пород бучакского яруса. Песчаные толщи бучакского яруса, имеющие большое распространение в пределах мульды, являются одним из основных водоносных горизонтов. Мульдообразное залегание всего ком-

плекса пород создает весьма благоприятные условия для возникновения здесь восходящих вод. Степень водоносности песков бучакского яруса на пространстве мульды неоднообразна, что связывают с литологией и характером залегания пород этой толщи.

Наиболее изучены условия водоносности песков на территории между Днепром и Северным Донцом. Сопоставляя данные различных скважин, В. И. Лучицкий составил карту бучакского водоносного горизонта. Наиболее водоносные бучакские пески отмечены в Приднепровье. Отсюда по направлению на восток водоносность этой толщи падает; по данным А. Н. Семихатова, на тракторном заводе у ст. Лосево и в других местах этого района в бучакских песках оказалось воды настолько мало, что от использования ее приходится отказаться. Здесь, по-видимому, степень водоносности песков зависит не только от литологического состава, но и от степени дренированности данного участка. По-видимому, было бы правильным считать, что еще далее на восток аналогами бучакских водоносных песков являются эквивалентные им царицынские слои окрестностей Сталинграда, выходы которых отмечены как по берегам Дона, так и по его притокам. Однако в этом районе водоносность пород описываемой толщи еще очень мало изучена. Для характеристики описываемой толщи А. Н. Семихатов ссылается на разрезы буровых скважин, по данным которых выясняется, что в этой толще имеются даже не один, а два водоносных горизонта. В тех случаях, когда бучакский водоносный горизонт дренируется речными системами, естественно, он не дает напорных вод. В работе А. Н. Семихатова приводится большой список колодцев, эксплуатирующих в настоящее время воду бучакских песков. В этом списке имеется около 15 самоизливающихся колодцев, причем высота самоизлива в некоторых случаях достигает более 3,3 м над уровнем земли, а в одном случае даже доходит до 7,5 м (местечко Сорочинцы на р. Хороле) и до 12,8 м (в Белоцерковке на р. Пселе). В Харькове же, где бучакский водоносный горизонт лежит ниже поверхности земли на 86,3 м, уровень воды в колодце располагается на 62,8 м ниже поверхности земли.

Областью питания бучакского водоносного горизонта надо считать северную окраину их выходов на дневную поверхность. По данным гидроизогипс, составленных В. И. Лучицким, здесь наблюдается определенное падение уровня водоносного горизонта, направленное с северо-востока на юго-запад и затем вторичное его поднятие со стороны Днепра. Таким образом, получается своеобразное малопонятное мульдообразное оформление изопьестической поверхности бучакского водоносного горизонта, причем минимальные высоты ее наблюдаются по линии Нежин — Прилуки — Миргород — Полтава.

К. И. Маков указывает, что в долине Днепра на участке от устья р. Тетерева до г. Кременчуга существует непосредственный контакт крупнозернистых гравелистых ледниковых песков с бучакскими, благодаря чему здесь наблюдается дренаж бучакских вод Днепром.

Качество вод бучакского водоносного горизонта на крыльях впадины удовлетворительно. В некоторых случаях наблюдается повышенная карбонатная жесткость. По данным А. Н. Семихатова, общая жесткость колеблется от 14,2 до 32°,8, а постоянная жесткость — от 1 до 6°,2; количество окиси кальция колеблется в пределах от 10,7 до 22,5 мг/л, окиси магния — от 2,3 до 9,2 мг/л. В осевой части концентрация нарастает и появляются щелочные галитовые воды, что связано с тектоническими структурами, осложненными соляными куполами. Здесь плотный остаток достигает 3,0—5,5 г/л и более, хлор до 2,9 г/л, натрий до 1,7 г/л, pH до 7,7. Органическая загрязненность наблюдается в виде исключения и может быть объяснена техническими неполадками. Изредка встречается сероводород (Киев, Миргород).

Расходы бучакских буровых не очень велики и редко достигают 7 л/сек (Конотоп). Средний удельный расход колеблется около 0,25—0,5 л/сек, хотя К. И. Маков указывает для Прилук удельный расход 2,8 л/сек. Во многих городах бучакские воды используются для водоснабжения, как например в Конотопе до 9, в Прилуках до 7, в Красограде до 4, в Лубнах до 18 л/сек, а также в Миргороде, Чернигове, Полтаве и др.

В осевой части мульды расходы буровых скважин по сезонам не меняются, но на ее крыльях замечена связь последних с колебаниями расходов рек.

Водоносность пород харьковского яруса. По своему литологическому характеру отложения харьковского яруса весьма неоднородны, они залегают в наиболее высоких частях рельефа Русско-Украинской мульды и поэтому во многих местах интенсивно дренированы речными и овражными системами. Наиболее благоприятны и условия залегания и литологический состав их в западной части мульды (Полтавщина и Черниговщина). Поэтому воды здесь и обладают наибольшим напором и обилием. В некоторых случаях в харьковских песках отмечается только один водоносный горизонт (район Чернигова), в других наблюдается расщепление его на два-три более или менее обособленных водоносных горизонта (Полтавщина).

По направлению к востоку толща харьковского яруса поднимается гипсометрически выше, и в бассейне Северного Донца сильно дренирована. Разрезы буровых скважин часто дают перемежаемость водосодержащих песчаников с более или менее мощными пропластками опоковидных кремнистых глин и глауконитовых глин. Водоносные горизонты имеют характер грунтовых (нисходящих, безнапорных). Еще далее на восток харьковские отложения выражены преимущественно вязкими глинами, и водоносными являются сравнительно ничтожные пропластки в последних.

По северному крылу распространения харьковских отложений они выражены глинистыми песками слабоводоносными; однако здесь часто встречаются более или менее мощные пропластки и линзы чистых песков, которые в достаточной степени водоносны и используются преимущественно копаными колодцами. Вода из харьковских отложений используется главным образом в пределах украинской части мульды, где и литологический состав и условия залегания более благоприятные; в пределах же РСФСР вода из этих отложений эксплуатируется редко, чаще всего колодцами индивидуального пользования. В харьковских отложениях располагаются водоносные горизонты то в низах толщи (Приднепровье), то в средних и верхних ее частях (центр и восток).

По Днепру описываемая толща полностью прорезана его притоками; меньше она размыта по осевой части палеогеновой впадины от Чернигова на севере до Диканьки на юге. В связи с этим стоит наличие или отсутствие напора в водоносных горизонтах.

Как для бучакского водоносного горизонта, так и для харьковского областью питания нужно считать преимущественно северную полосу выходов этих пород на поверхность и отчасти правобережье Днепра по юго-западной окраине. В некоторых случаях поступления воды как из атмосферных осадков, так и из поверхностных вод в толщу харьковского яруса довольно значительны. В этих случаях и количество используемой из них воды достигает довольно больших величин. Так, например, А. Н. Семихатов указывает на то, что в Харькове водами этого яруса пользуются тракторный и паровозный заводы, полностью покрывавшие на 1932 г. отсюда свою потребность в воде. В районе этого города родники по долинам рр. Лопани, Харькова и Немышли дают в сумме до 250 л/сек (А. С. Федоровский).

В Черниговщине производительность буровых скважин (Г. С. Буренин)

достигает следующих величин (в л/сек): Любеч — 0,6, Батурин — 0,9, Довжик — 0,9, Редьковка — 1,25, Тихановичи — 1,25, Конотоп — 1—2,5.

В Киеве колодцы давали из этого горизонта от 0,25—0,5 до 4—5,5 л/сек из мелкозернистых песков. Но буровые скважины заплывают песком и перестают давать воду (К. И. Маков). Наибольшие расходы скважины дают в Харькове и несколько меньшие на Черниговщине и Полтавщине.

Качество вод харьковского водоносного горизонта довольно разнообразно. Немногие анализы указывают на то, что состав вод, по-видимому, зависит не только от литологических особенностей водопроводящей толщи, но и от условий их залегания, так как в некоторых случаях воды харьковского водоносного горизонта смешиваются с водами вышележащего полтавского водоносного горизонта, а иногда подпитываются и снизу.

Следующие данные характеризуют концентрацию и минерализацию вод харьковского горизонта (по К. И. Макову).

Таблица 14

Сводные данные химических анализов из харьковского горизонта (мг/л)

Местность	Плотный остаток	Cl	SO_4	HCO_3	Ca	Mg	Na+K
Чернигов (больница) . .	372,5	0,59	6,0	151,8	96,56	21,3	—
Довжик	297,0	—	—	121,0	74,19	14,04	—
Конотоп	462,8	5,0	—	22,0	120,41	18,78	—
Ромны (городской водопровод)	880,0	247,8	58,8	337,2	90,5	25,32	160,08
Дмитриевка	1605,0	618,6	226,5	175,1	122,5	28,8	16,6
Киев (колодец)	1280,0	122,2	339,9	—	263,83	31,5	—
Киев (буровая скважина)	520,0	43,6	133,3	—	100,53	24,3	—
Лохвица	525,6	9,0	21,8	39,6	93,15	22,98	—

По характеру распространения и количественным показателям харьковский водоносный горизонт имеет местное значение.

Водоносность пород полтавского яруса. Отложения полтавского яруса представлены преимущественно кварцевыми песками, что весьма благоприятно для накопления в них воды. Однако эта толща местами еще более дренирована, чем нижележащие харьковский и бучакский ярусы, что в значительной степени понижает их водоносность. На пространстве, ограниченном рр. Сеймом, Десной и Днепром, с одной стороны, и линией, идущей от Путивля через Лебедян и Ахтырку на Новомосковск,— с другой, эти отложения распространены сплошным покровом, причем между рр. Сулой, Днепром и линией железной дороги Киев — Сурск они лежат ниже речных долин. За пределами этой площади покров полтавских песков разорван эрозионной сетью. В южных частях центрально-черноземной полосы и в бассейнах левых притоков Северного Донца основание песков полтавского яруса лежит приблизительно на отметках около 185 м. В силу этого их покров образует небольшую изолированную площадь на водоразделе между балками. На территории низменной части мульды в бассейне р. Сулы (северо-западная половина Полтавщины) полтавские пески прикрыты мощной толщей антропогеновых отложений глинистого состава, почему здесь и встречаются самоизливающиеся буровые колодцы. По данным С. Г. Коклика, в окрестностях Киева 10 колодцев глубиной от 42 до 60 м дают расходы от 1 до 3 л/сек.

Одним из недостатков полтавского водоносного горизонта является то, что пески местами чрезвычайно мелкозернисты, вследствие чего извле-

чение из них воды весьма затруднительно. Так, например, буровая скважина на Сватовском опытном поле близ Купянска из полтавских песков воды не дала, хотя срубовый колодец дал из этих песков достаточное для потребностей опытного поля количество воды.

Мала также водоносность полтавских песков и на площади центральночерноземной полосы, хотя вода всюду имеется. Так, например, А. А. Дубянский [26] приводит расходы разведочных скважин, колеблющиеся между 12 и 184 л/час.

Область максимального обводнения полтавских песков приходится на пониженные части палеогеновой впадины: район Миргород — Лубны, Полтава — Кобеляки.

Качество вод полтавского водоносного горизонта не всюду одинаково. Теоретически из кварцевого песка этого водоносного горизонта следовало бы ожидать мягкие воды. И действительно, чаще всего плотный остаток колеблется от 134 до 430 мг/л, хлор — от следов до 14 мг/л, сульфата — от следов до 47 мг/л. Однако встречаются не только жесткие, но даже солоноватые воды (Исачки). Это зависит от того, через какую толщу четвертичных отложений фильтруется вода, и от того, держатся ли воды в толще песков на глинистых прослойках или же скопляются на поверхности вязких гипсоносных глин харьковского яруса. В последнем случае путем выщелачивания солей с верхней поверхности гипсоносных глин и происходит обогащение воды солями. В некоторых случаях жесткость вод полтавского водоносного горизонта достигает 48° при содержании серной кислоты до 516 мг/л.

Как и «харьковские воды», воды полтавского яруса имеют только местное значение.

* * *

Использование подземных вод для водоснабжения крупных городов — Киева, Харькова, Курска и др.,— потребляющих большие количества воды, показало, что в районах усиленной откачки возникают глубокие депрессионные воронки, распространяющиеся иногда на большие расстояния. Это обстоятельство не могло не вызвать у исследователей вопроса о том, какими же ресурсами подземных вод обладает Русско-Украинская мульда. В первом приближении этот вопрос разрешался К. И. Маковым. Общие ресурсы подземных вод этой впадины разделяются им на вековые запасы напорных вод и на динамические запасы, подразумевая под последними расходы потоков подземных вод, вызванные естественными или искусственными причинами, например водозаборами в районах эксплуатации.

Вековые запасы — это количество гравитационной [1] воды, заключенное в пустотах водоносных пород. Они изменяются от изменения относительных высот областей питания и стока, климатических факторов и геологических процессов, как эндодинамических (геотектоника и пр.), так с экзодинамических (эрозия, суффозия, цементация и пр.), а пополняются в результате проникновения в недра жидких и парообразных вод в областях питания и передвижения их в области стока на протяжении геологических эпох. Проникающие с поверхности пресные воды вытесняли в своем медленном движении морские, причем скорость этого движения (по подсчетам К. И. Макова) — около 0,00029 м/сутки; другими словами, путь от Брянско-Курской полосы питания до Полтавы в 350 км совершался подземным потоком в 12.10^8 дней, или $3{,}3.10^6$ лет=3,3 миллионам лет.

Учитывая мощность водоносных горизонтов, их полную влагоемкость и водоотдачу, получаем следующие цифровые величины вековых запасов грави-

[1] Фреатической — по нашей терминологии. (*О. Л.*)

тационной подземной воды, не считая вод девона, олигоцена и антропогена: в юрском горизонте —730 км³, в сеноманском горизонте —1070 км³, в мергельно-меловом — 707 км³, в бучакско-каневском —725 км³, итого — 3232 км³.

«Чтобы представить более ясно, насколько велика эта цифра, укажем что, например, Киев, потребляющий в настоящее время около 75 000 м³/сутки, может быть удовлетворен одним кубическим километром воды в течение 35 лет; Харьков, потребляющий в настоящее время около 60 000 м³/сутки, мог бы пользоваться одним кубическим километром воды 46 лет; Курск,

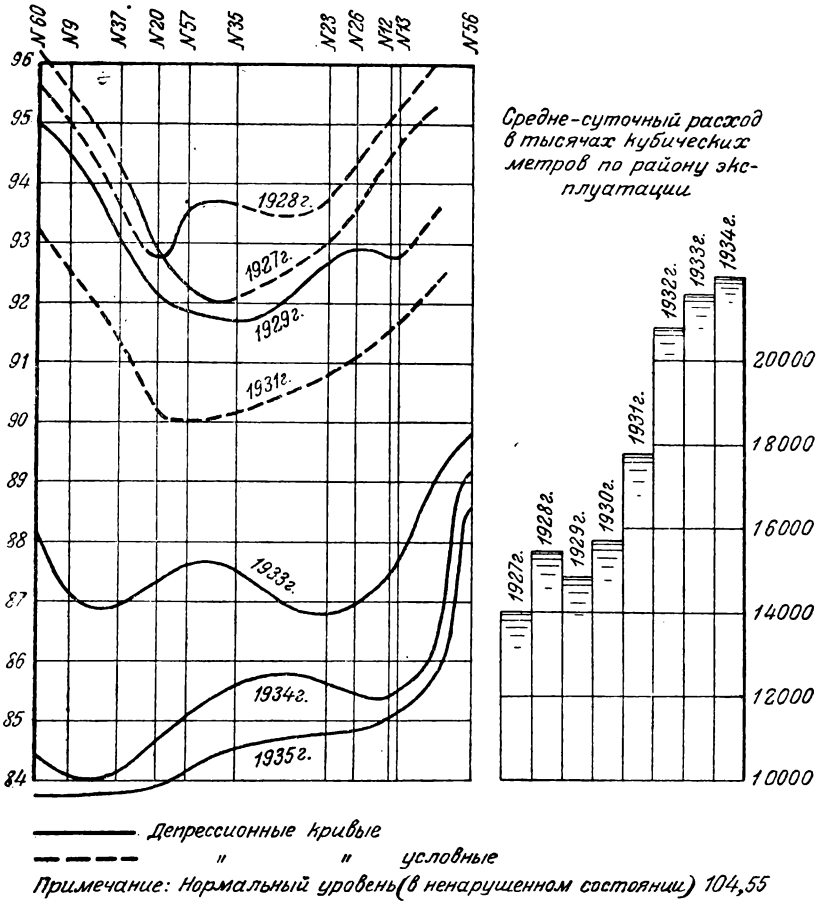


Рис. 39. Развитие местной депрессии пьезометрических уровней юрских вод в Главном и Межигорском районах Киевского водопровода (по К. И. Макову)

потребляющий в настоящее время около 4000 м³/сутки, мог бы питать свой водопровод одним кубическим километром воды 686 лет и т.д.» (К. И. Маков).

По Макову, характеристика естественного динамического расхода в цифрах такова: юрского горизонта — 28 600 м³/сутки (331 л/сек), сеноманского горизонта — 25 815 м³/сутки (299 л/сек), бучакского горизонта — 8545,5 м³/сутки (98 л/сек), «мелового» горизонта — от 178 000 до 201 000 л/сек, сеноманского горизонта на северо-восточном крыле — около 74 000 л/сек.

Куда же уходят эти воды? Юрские воды, по-видимому, питают свою кровлю (сеноман) и свое ложе (архей и палеозой); сеноманские воды питают Днепр (299 л/сек) на участке Переяслав — Черкассы и речную сеть северо-

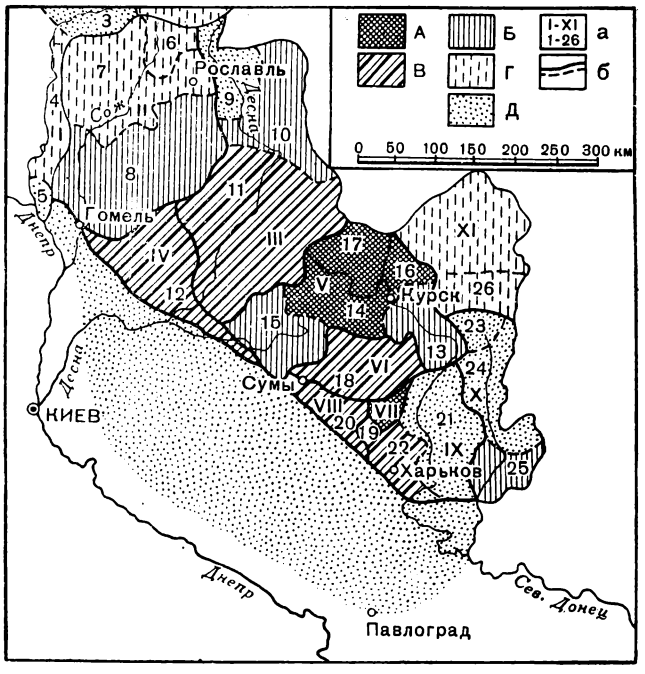


Рис. 40. Схема среднемноголетних величин глубинного питания на территории Днепровско-Донецкого артезианского бассейна ($\pm W_0$ в мм за год): А—80—60; Б-60—40; В—40—20; Г—20—0; Д—0 и < 0.
а — номера воднобалансовых участков, *б* — границы воднобалансовых участков

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Таблица 15

Гидрогеологические районы Русско-Украинской мульды по К. И. Макову

I. Район возможного использования девонских вод		
Подрайон А. $D_{2+3}+Q$	Подрайон Б. D_3	Подрайон В. $Q+D_3$
а) Пески и песчаники — D_2 (Орша, Смоленск); вода хорошая, ухудшается с глубиной; напоры хорошие б) Трещиноватые и пещеристые известняки — D_3 (Орша, Ляды, Смоленск); вода пресная всегда, напоры слабые. Всего в D до 8 водоносных слоев разного напора. Общие расходы от 2 до 25 л/сек. Удельный расход от 0,3 до 5 л/сек в) Песчаные толщи древнего аллювия и ледниковых образований: песчано-гравелистых флювиогляциальных и межморенных (Могилев, Гомель, Минск); вода хорошая, почти всегда значительные напоры	а) Чистые и доломитизированные известняки и пески евлановских, елецких и лебедянских слоев (Кромы, Орел, Ливны, Касторная). Часто общий горизонт воды в толще трещиноватых и пещеристых известняков (карст). Вода хорошая, часто ухудшается с глубиной. Напоры разные, изредка самоизлив (р. Олымь). Расходы от 1 до 5 л/сек	а) Древнеаллювиальные и ледниковые пески (район Воронежа); вода хорошего качества; напоры обычны. Расходы до 2 л/сек б) Щигровские, семилукские и воронежские слои (на юго-востоке впадины). Вода хорошего качества; расходы от 0,5 до 4 л/сек; напоры различные, изредка самоизлив

II. Район возможного использования девонских, юрских и сеноманских вод

А. D_3+J	Б. $D_{2+3}+Q+Cr_2^{cm}$	В. $D_3+Cr_2^{cm}$	Г. $D_3+Cr_2^{cm}+J$
а) Трещиноватые и пещеристые известняки щигровского и семилукского слоев (Брянск, Рославль, Карачев); вода хорошая; напоры высокие, иногда самоизлив; расходы большие, иногда огромные (Брянск) б) Гравелистые континентальные отложения юры, то непосредственно на девоне, то на серых глинах юры; горизонт непостоянен; вода хорошая, напоры и расходы небольшие. Второстепенное значение вод сеноман-альба и речного аллювия	а) Песчаные толщи среднего девона (Могилев). Вода хорошая, по мере углубления ухудшается (Бобруйск). Расходы большие, напоры высокие б) Песчаные межморенные, флювиогляциальные и аллювиальные толщи; вода хорошая; местами напоры и хорошие расходы в) Сеноманские пески — спорадические горизонты необильной хорошей воды	а) Известняковые фации D_3 (к югу от Брянска). Хорошая обильная вода б) Пески сеноман-альба. Хорошая вода, слабонапорная в) Воды в юрских гравелистых песках, в мергельно-меловой толще и в аллювиальных песках, хорошего качества, имеют второстепенное значение	а) Девонские и сеноманские воды того же характера, что и в подрайоне В б) Юрские воды, по-видимому, могут быть использованы широко в) Воды в туроне-сеноне и в аллювии того же характера, что в подрайоне В

III. Район возможного использования сеноманских, девонских и юрских вод

А. $Cr_2^{cm}+D_3$	Б. $Cr_2^{cm}+J$
а) Сеноман-альбские зелено-серые мелкие фосфоритовые пески (Севск, Трубчевск, Почеп, Климовичи); вода хорошая, расходы небольшие б) Девонские известняки и пески, опробованы мало; по аналогии с районом I можно ждать хороших результатов бурения в) Юрские воды предположительны г) Мергельно-меловые воды, малонапорные и нисходящие, имеют местное значение; качество хорошее д) Воды антропогена имеют местное значение; качество хорошее	а) Сеноман-альбские воды, как в подрайоне А б) Юрские песчано-гравелистые толщи (Курская, Воронежская области); вода хорошего качества, обильна; в Курске используется и вода из подстилающих девонских песков в) Много родников мергельно-меловой толщи г) В антропогене вода плохая и мало обильна, кроме речного аллювия

IV. Район возможного использования мергельно-меловых, сеноманских, карбоновых и палеогеновых вод

А. $Cr_2^{tr+sn}+Cr_2^{cm}$	Б. $Cr_2^{tr+sn}+Cr_2^{cm}+C$	В. Cr_2^{sn+tr}	Г. $Cr_2^{tr+sn}+Pg^{khr}$
а) Трещиноватая мергельно-меловая толща (широкой полосой от БССР до Дона), вода повышенной карбонатной жесткости; расходы буровых	а) Мергельно-меловые воды, как в подрайоне А б) Сеноманские воды в песках непостоянны; на севере пресные, на юге очень плохие; расходы	а) В мергельно-меловой толще буровые скважины колоссального расхода по Северному Донцу и источники у Кременной и Шандрилова; вода	а) Мергельно-меловая толща в долинах рек обильно насыщена водой (Харьков); на водоразделах маловодна; вода хорошая; напоры большие; расходы до 11 л/сек

IV. Район возможного использования мергельно-меловых, сеноманских, карбоновых и палеогеновых вод

А. $Cr_2^{tr+sn}+Cr_2^{cm}$	Б. $Cr_2^{tr+sn}+Cr_2^{cm}+C$	В. Cr_2^{sn+tr}	Г. $Cr_2^{tr+sn}+Pg^{khr}$
до 35 л/сек. Под мощными толщами Pg мергеля монолитны и воды нет б) Сеноманские пески, вода хорошая, напоры большие; расходы 3 —5 и до 17 л/сек (Гомель) в) В юрских песках предположительно пресные воды большого напора г) На западе местного значения воды в песках антропогена	небольшие в) В трещиноватых и пещеристых известняках карбона с большим напором, но очень соленые воды	хорошая б) Воды палеогена пресные, малообильные, местного значения в) Воды сеномана солоноватые г) Воды триаса и карбона соленые д) Воды антропогена в аллювии; жесткие, на водоразделах солоноватые	б) Пески сеномана очень мелкозернистые, напоры большие; водоотдача слабая в) Юрские гравелистые пески, непостоянны — то переходят в глины, то размыты. В Харькове вода хорошая и обильная г) В палеогене бучакские воды слабы; харьковские воды слабо напорны, хорошего качества, широко распространены, требуют санитарной охраны

V. Район возможного использования бучакских, харьковских и антропогеновых вод

А. $Pg_2^{bc+kn}+Pg_2^{khr}$	Б. $Q_1+Pg_2^{khr}+Pg_2^{bc}$	В. $Q_1Cr_2^{cm}+Pg^{bc}$	Г. Q_1+J
а) Бучакско-каневские пески (полоса от р. Сорожа до р. Самары) — вода хорошая (кроме области максимального прогиба); напоры большие; расходы значительные б) Харьковские пески, в приосевой части вода напорна, хорошего качества, в большом количестве в) В полтавских и антропогеновых песках удовлетворительная вода местного значения г) В сеноманских и юрских песках хорошая вода под большим напором, мало доступная мелкому потребителю; расходы до 20 л/сек; в осевой части солоноватая	а) Воды антропогеновых и харьковских песков, всегда хорошие и местами обильны (Чернигов, Нежин, Бахмач и др.) б) Бучакско-каневские, сеноманские, юрские того же типа, что и в подрайоне А	а) Флювиогляциальные пески (левобережье Днепра у Киева); воды хорошие, иногда много железа б) Сеноманские опоки (Гезы) в районе Киева богаты хорошей водой; расходы буровых скважин до 40 л/сек, средние около 16—20 л/сек в) Бучакские воды хорошего качества, малой водоотдачи г) Возможен водоносный горизонт в юрских песках д) Местное значение вод древнего и современного аллювия и покровных лёссов	а) Флювиогляциальные пески, как в подрайонах Б и В (Переяславль — Черкассы) б) Юрские воды либо очень жестки (плотный остаток) до 870 мг/л (Переяславль), либо мало обильны (Канев)

Продолжение табл. 15

VI. Район возможного использования палеогеновых, сеноманских и юрских вод			
А. $Q_I+Pg+Cr_2^{cm}$	Б. $Pg+Cr_2^{cm}$	В. $Pg^{bc}+Cr_2^{cm}+J$	Г. $Q+Pg$
а) Флювиогляциальные и межморенные пески (юг БССР) мало разведаны, но предположительно содержат много воды хорошего качества б) Сеноманские пески дают воду в Гомеле, Ново-Белице и др. в) Несколько буровых получают воду из зелено-серых песков (Pg_2)	а) Строение палеогена пестрое: водоносные горизонты то слиты (р-н Фастова), то обособлены (ближе к Днепру); вода хорошая б) Сеноманские водоносные пески в р-не Киева — Полесского, по-видимому, содержат много воды в) Юрские отложения и элювий кристаллических пород местами обводнены г) В районе Каневa важны древнеантропогеновые воды. Условия водоносности коренных пород в районе Каневской дислокации сложны и не изучены	а) В бучакских песках слабо напорные хорошие воды (Буча, Лубянка и др.) б) Почти ненапорные харьковские воды, имеют местное значение в) Сеноманские и юрские воды не разведаны, но предположительно хорошего качества и обильны (аналогичны с районом Киева)	а) Древнеантропогеновые пески содержат много хорошей воды (р-н Черкасс) б) Палеогеновые водоносные горизонты слабо изучены

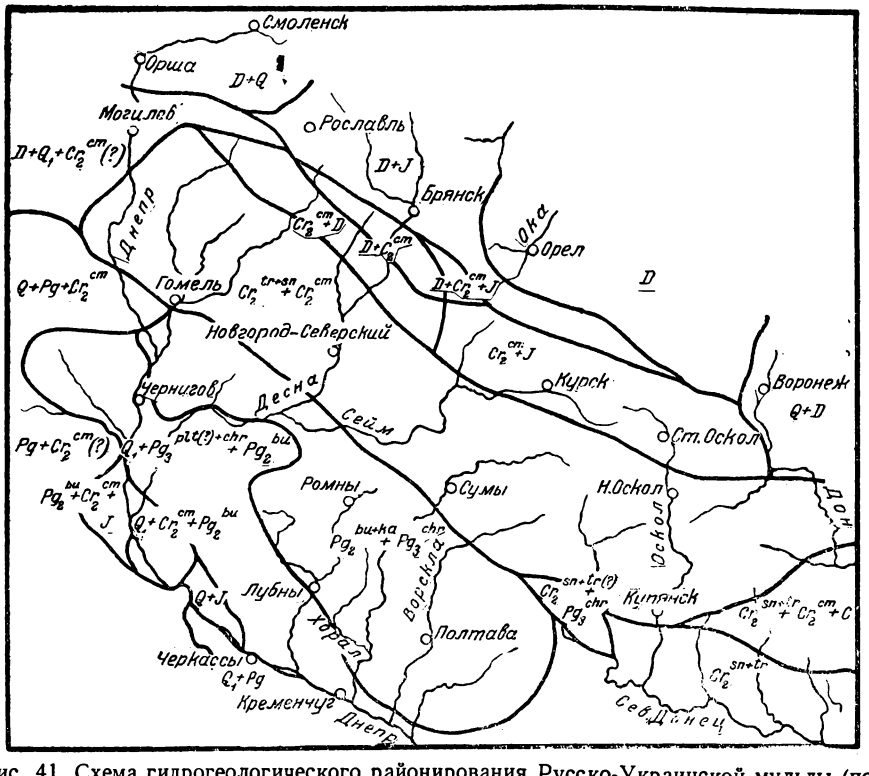


Рис. 41. Схема гидрогеологического районирования Русско-Украинской мульды (по К. И. Макову)

восточного крыла (74 000 л/сек); «меловые» воды питают речную сеть в области выходов мела; бучакские — Днепр на участке Киев — Кременчуг.

Искусственные динамические расходы слагаются из расходов отдельных буровых и групп буровых скважин. Данные по этим расходам далеко не полны. Примерно из основных водоносных горизонтов извлекают: из юрского горизонта — 140 000 м³/сутки, из сеноманского — 122 000 м³/сутки, из «мелового» — 85 000 м³/сутки, из бучакского — 30 000 м³/сутки, итого — 377 000 м³/сутки.

Кроме того, из сеноманского и «мелового» горизонтов потребление из родников и шахтных колодцев — до 120 000 м³/сутки; всего до 500 000 м³/сутки (0,1825 км³/год). Если бы такими темпами продолжался отбор вековых запасов подземных вод для различных хозяйственных целей, то их хватило бы на (3232 км³: 0,1825) 17 000 лет.

«Других источников пополнения вековых запасов в зоне напорных вод, кроме динамического запаса, не существует, а потому наиболее вероятным является предположение, что питание крупных (да и мелких) участков эксплуатации происходит за счет вековых запасов, полностью при этом не восстанавливающихся (частичное восстановление происходит за счет естественных динамических запасов, протекающих в полосе захвата нарушениями депрессионных воронок).

Почему же при отсутствии восстановления вековых запасов мы еще не наблюдаем падения пьезометров в скважинах?

Это объясняется теми громадными запасами, какие заключены в пустотах водоносных пород мульды. Такие мизерные отборы, какие существуют в настоящее время, способны только создать чисто местные депрессионные понижения и не вызывать общего снижения пьезометрического уровня воды в горизонте, который мог бы быть обнаружен нашими наблюдениями» (К. И. Маков) (рис. 39).

В последнее время произведена ревизия подсчетов К. И. Макова. По соображениям Б. И. Куделина, подземный сток в Днепровской впадине значительно быстрее и питание значительно интенсивнее (рис. 40).

X. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ НА ПРОСТРАНСТВЕ ВОРОНЕЖСКО-КУРСКОГО ПОДНЯТИЯ

На пространстве левобережных притоков Дона, ограниченном примерно на севере верховьями Цны, на западе Доном, на востоке Хопром и на юге широтой Усть-Хоперска наблюдается целая серия водоносных горизонтов, приуроченных к различным геологическим напластованиям. Весьма обстоятельная сводка гидрогеологических данных по этой области дана в работах проф. А. А. Дубянского. [25, 26], обильно иллюстрированных картами и профилями [1] (рис. 42, 43).

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Наиболее древними породами здесь являются массивнокристаллические породы, выступающие на поверхность на юге по Дону (г. Богучар и другие пункты), а на севере достигнуты буровыми скважинами (г. Воронеж на абс. отм. минус 50 м и на ст. Латной абс. отм. минус 20 м).

Далее следуют отложения девона со стрингоцефаловой толщей (25—30 м мощности) в основании, которые переходят в щигровские слои (до 100 м) и далее вверх их сменяют семилукские — мергеля и глины (11—12 м), петинские пески и песчаники (4—5 м), воронежские глины с прослоями

[1] Описания К. И. Маковым Приднепровской впадины и А. А. Дубянским Воронежско-Курского поднятия в пограничной области перекрываются.

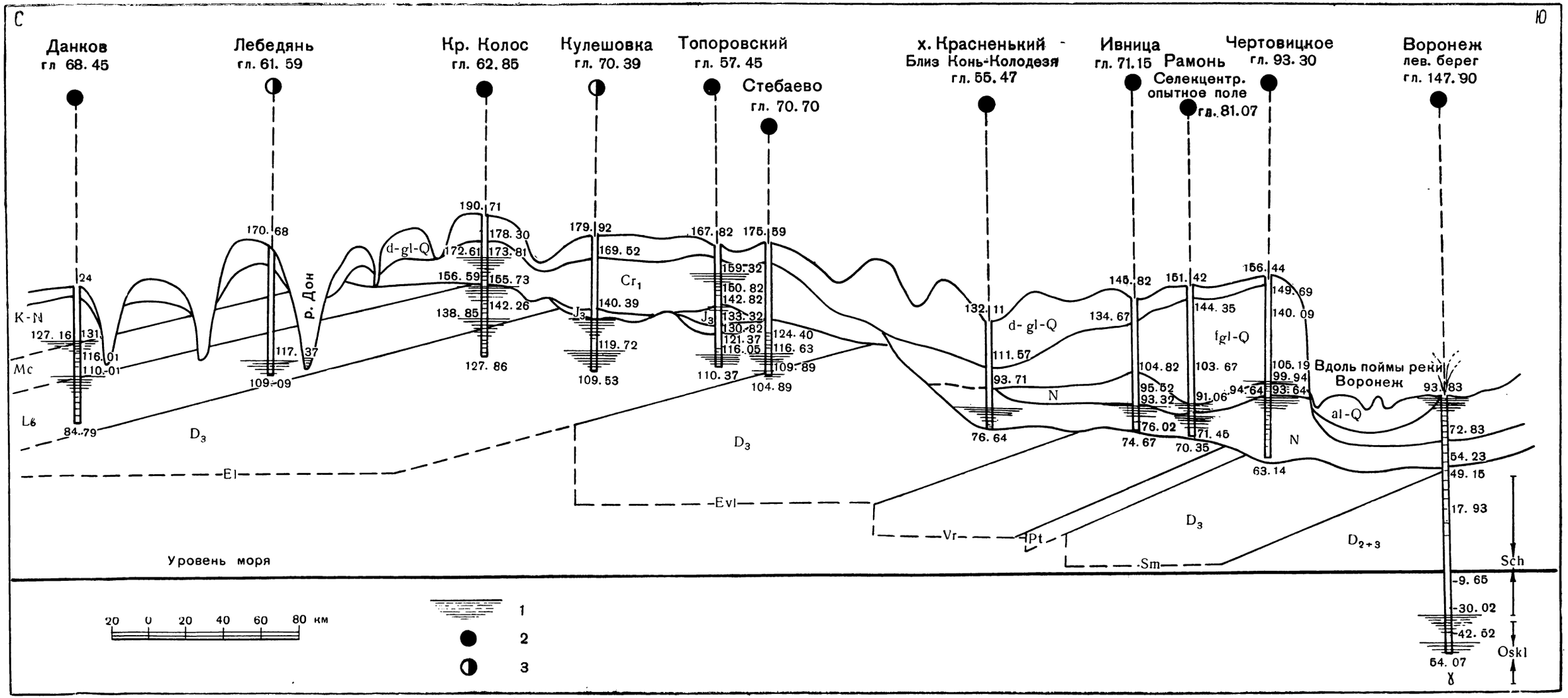


Рис. 42. Схематический геологический профиль Данков—Воронеж (по А. А. Дубянскому): 1 — водоносные горизонты; 2 — скважины по материалам проф. А. А. Дубянского; 3 — скважины по материалам проф. Н. С. Разницына.
Примечание: все цифры на разрезе—абс. высоты.

известняка и песчаника (35—40 м), евлановские, задонские и елецкие известняки (до 60 м), лебедянские известняки (до 17 м), данковские известняки (до 80 м).

Из каменноугольных отложений предполагается наличие малевко-мураевнинских слоев (скважина у ст. Безобразово). Несомненно установлены угленосная свита (глина с прослоями песков), упинские (?) известняки, переслоенные глинами (до 30—35 м мощности) в северной части описываемой области (Моршанск, Земетчино). В южной части района отмечены известняки, пески и песчаники малевко-мураевнинского возраста (до 66 м мощности), известняки со Spirifer medius (до 45 м), сланцы с Productus giganteus и, наконец, известняки с Productus giganteus (от 25 до 200 м), венчающие карбон (Кантемировка, Россошь, Новая Белая и др.).

Юрские отложения распространены в северной части области. Здесь встречаются железистые песчаники нижнего келловея (до 3 м), фосфоритовые конгломераты, песчаники железистые, известковистые и оолитовые (до 15 м) и мелкозернистые пески (до 10 м) среднего келловея (Моршанск, Тамбов, Борисоглебск и др.).

Нижнемеловые отложения представлены песчано-глинистой толщей (до 60 м), относящейся к рязанскому горизонту, неокому, апту, альбу. Распространены они в северной части области, главным образом в придонском районе.

Верхнемеловые отложения в бассейне верхнего Дона отсутствуют. Они представлены по среднему Дону отложениями сеномана (пески с фосфоритами до 15 м), турона — предположительно (на севере глауконитово-песчаные отложения до 4—5 м мощности, а на юге меловые разности до 70 м мощности, подстилаемые фосфоритоносными песчаниками в 4—5 м мощности), нижнего сенона (мел до 90 м, а на самом юге пески кварцевые до 15 м) и верхнего сенона (мел до 40 м).

Палеогеновые отложения развиты на юго-западе между рр. Осколом и Доном и на востоке в бассейнах рр. Осередь, Толучеева, Подгорный. Они представлены на юго-западе каневскими (?) глинами (до 0,25 м), бучакскими глауконитовыми песками (7—8 м), киевскими мелоподобными мергелями (1—8 м), харьковскими глинами (до 4 м) и пес-

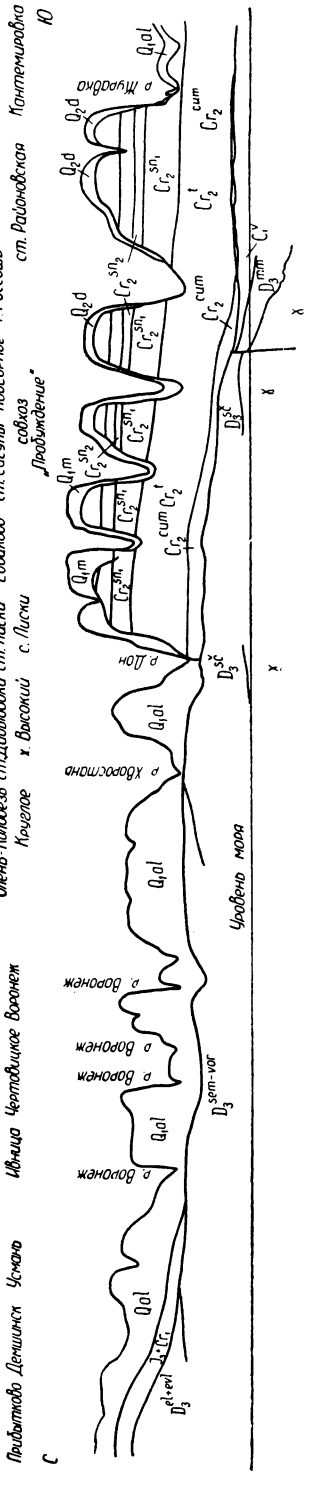


Рис. 43. Схематический геологический профиль по линии ст. Прибытково — ст. Кантемировка (по А. А. Дубянскому)

ками (3—4 м) и полтавскими песчано-глинистыми отложениями (10—25 м мощности); на востоке же киевские отложения отсутствуют, а песчаные толщи других ярусов часто включают песчаники.

Неогеновые отложения представлены, по данным А. А. Дубянского, песчано-глинистыми, включающими вулканический пепел, ергенинскими толщами, ранее относившимися разными исследователями то к апту, то к альбу (их мощность до 100 м), а также размытыми акчагыльскими и апшеронскими слоями.

В антропогеновых отложениях важны толщи флювиогляциальных песков (30—40 м), разделенных часто глинистыми прослоями на этажи.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ

В связи с разнообразным развитием отдельных стратиграфических единиц на описываемой территории, а также в связи с неоднородным распределением различных комплексов этих единиц на отдельных ее участках А. А. Дубянским предложена следующая предварительная схема ее районирования. В первом приближении удается выделить шесть районов, в свою очередь распадающихся на 14 подрайонов.

Первый район, занимающий северо-западный угол описываемой территории, характеризуется наличием в нем вод и в данково-лебедянских и елецко-евлановских слоях девона; на одном из участков этого района сверх девонских вод развиты еще воды в флювиогляциальных и ергенинских толщах, а на другом наблюдается комплекс вод в девонских, нижнекарбоновых и аптских толщах.

В подрайоне *1 а*, восточной границей которого является р. Воронеж в бассейне р. Красивой Мечи, водоносный горизонт вскрыт в данково-лебедянских слоях на отметке +200 м (абс.). На водоразделе рр. Дона и Воронежа эродированная поверхность этого горизонта имеет отметки от +130 до +110 м; на южной оконечности водораздела Дон — Воронеж эксплуатируется вода из евлановских, а также воронежских — семилукских слоев (отметки от +130 до +80 м абс.). По качеству воды этих горизонтов оцениваются как хорошие — общая жесткость 14—24°, но с глубиной она увеличивается. Расходы отдельных буровых скважин в зависимости от степени трещиноватости известняков колеблются в широких пределах от 0,25 до 14 л/сек. Глубина залегания их от 14 до 150 м и более. Напор подземных вод нарастает с запада, где подземные воды имеют характер грунтовых, на восток. Отмечается, что в некоторых случаях торпедирование буровых скважин повышало расходы воды в них.

Подрайон *1 б* располагается восточнее, в бассейнах рр. Становой, Рясы, Иловой, Лесного Воронежа, а также охватывает крупные части бассейнов рр. Байгоры, Плавицы, Матыры. Здесь отметки девона от + 110 до +80, а отметки ергенинской толщи и флювиогляциальных образований от +133 до +111 м. Из девона берут воду буровые скважины в районе станций Грязи и Мичуринск, однако здесь же есть и скважины, эксплуатирующие воду из ергенинской толщи или из флювиогляциальных песков. Качественно и количественно воды девона подрайона *1б* подобны водам девона подрайона *1а*, воды же мезозойских толщ мягки — 2—10° жесткости; так, например, в Липецке плотный остаток достигает 300—500 мг/л.

В подрайоне *1 в*, занимающем самый север водораздела Дон — Воронеж, воды девона в отношении качества, количества и условия залегания аналогичны предыдущим. В нижнем карбоне (пески угленосной свиты) вода, по-видимому, хорошего качества (анализов нет, но используется

для питья); вскрыта двумя буровыми скважинами в с. Гагарино. В песках апта получена питьевая вода с расходами до 1,5 л/сек.

Второй район простирается от верховьев Цны вдоль р. Польного Воронежа и далее по левобережью Дона до его слияния с Хопром и отсюда простирается широкой полосой на восток в бассейн р. Ертиль, Елань, Слава, Корочаи и в низовья р. Вороны. Здесь многие скважины берут воду из ергенинских и флювиогляциальных песков, которые отличаются тем, что галька первых состоит из пород мезозоя, а вторых — из ледниковых валунов. Эти пески лежат у Тамбова на отметках от +120 до +150 м (абс.) по рр. Цне, Токаю, Битюгу на отметках от +70 до +90 м (абс.). Как правило, воды в этих песках типично грунтовые; но там, где пески разделены прослоями глины на этажи, воды в них напорные. Так, близ с. Раевка (Инжавинский зерносовхоз) в ергенинских песках вода получена с глубины 37,6 и 49,7 м, а в г. Усмани из тех же пород с глубины 20,4, 32,5 и 35,6 м. Плотный остаток этих вод не превышает 500 мг/л, общая жесткость 2—10°. Занимая огромную площадь, эти пески иногда перекрывают альб, апт и девон и образуют с ними сплошной водоносный горизонт, качество вод которого уже иное. При пробных откачках ергенинские пески давали до 34 л/сек при понижении уровня в буровых скважинах до 5—10 м.

В подрайоне *2а* этого района вода получается не только из флювиогляциальных образований, но и из девона: из слоев елецких и данково-лебедянских на севере (отметки от +90 до +40 м; в Тамбове самоизлив из скважин, вскрывших девон, на отметке +40 м); из щигровских слоев в верховьях р. Битюга (отметки от +42 до +20 м); из семилукских (Борисоглебск, отметки +10 м). Качество воды ухудшается по направлению с севера на юг по мере перехода в более древние толщи; так, в Борисоглебске плотный остаток 344 мг/л, хлора — 141 мг/л, сульфата — 187 мг/л.

В подрайоне *2б*, представляющем небольшую площадь, в Тамбове и к северо-западу от него вскрыты воды в юрских отложениях. Здесь водоносными являются пески с переслоями глины и гальками фосфоритов. В Тамбове и Моршанске в буровых скважинах получены воды самоизливом. Они содержат до 400 мг/л плотного остатка.

Третий район характеризуется наличием водоносных горизонтов нижнего и среднего карбона и располагается к северу от линии Моршанск — Соседка. Карбон залегает на отметках от 0 до +20 м (абс.) и содержит воды, обладающие большим напором; в Моршанске и Безобразове вода поднимается в буровых скважинах на 12—13 м выше поверхности земли. Качество вод карбона удовлетворительное (питьевые воды), причем для нижнего карбона указывается жесткость до 16—22°. При пробных откачках некоторые скважины давали от 2,5 до 11 л/сек.

Карбон перекрывается здесь альбом, в толщах которого также имеется водоносный горизонт менее обильный и худшего качества, нежели каменноугольный. Альб залегает на отметках от +90 до +100 м (абс.).

Четвертый район занимает бассейны рр. Цны и Вороны к югу от третьего района и к востоку от второго. В этом районе выделяют три подрайона; для всех их характерно наличие межпластовых вод в девоне и альбе, но во втором сверх этого развиты водоносные ергенинские толщи, а в третьем водоносные толщи сеномана и сантона. Воды девона вскрыты в немногих пунктах, и данные о них весьма неполны и сомнительны. Провизорно качество девонских вод, ухудшающееся с запада на восток, не сулит хороших перспектив. Однако напоры этих вод значительны; так, в буровой скважине у с. Красивки самоизливом получено до 1 л/сек, относительный напор +3,82 м.

В подрайоне *4а* основным водоносным горизонтом являются

водоносные горизонты в альбской толще, которые разделены весьма постоянным глинистым водоупорным пластом. Верхний из этих горизонтов во многих местах размыт и редко обладает хотя бы небольшим напором, нижний же часто фонтанирует (район г. Кирсанова). Качество воды обычно невысокое, иногда неприемлемое для питья. Из отдельных скважин получают от 0,5 до 2 л/сек.

Воды сеномана и сантона нередко сливаются в один общий водоносный горизонт, дренируемый нередко оврагами: его залегание на отметках от +170 до +130 м (абс.). Обычно эксплуатируются шахтными колодцами, дающими от 0,25 до 1,5 л/сек хорошей воды. Для централизованного водоснабжения здесь углубляют буровые скважины до низов альба.

В подрайоне *4 б*, помимо вод девона и альба, имеющих такой же характер, как и в подрайоне *4а*, местами эксплуатируются воды из ергенинских и флювиогляциальных песков, вполне доброкачественные.

В подрайоне *4 в*, располагающемся на левобережье Хопра на самом юго-востоке четвертого района, основными водоносными горизонтами являются водоносные горизонты альба, отличающиеся теми же характеристиками количества и качества, что и в других подрайонах, хотя нередко качество воды заметно ухудшается: плотный остаток достигает 2,6 г/л.

Пятый район межпластовых вод является самым обширным. Он занимает почти всю южную треть области и рассекается южной оконечностью второго района, приуроченной к долине Дона, на две неравные части. Для всего этого района указывается наличие верхнемеловых водоносных горизонтов. Разделение его на 4 подрайона намечается по участию дополнительного комплекса водоносных толщ.

В подрайоне *5 а*, располагающемся от верховьев рр. Девицы и Сосны до низовьев р. Тихой Сосны (левый приток Дона), развит комплекс альб — сеноман, занимающий высоты от +169 до +173 м (абс.). Качество воды вполне удовлетворительное как в альбе, так и в сеномане. Иногда бывает самоизлив буровых скважин (Репьевка, Горки). Расходы достигают 3 л/сек. Другие водоносные горизонты — юрский, аптский, туронский, палеогеновый, антропогеновый — играют ничтожную роль.

Подрайон *5 б* тянется через всю область с запада на восток. Его характеризует комплекс вод сеномана и турона. Он протягивается от р. Оскола (г. Новый Оскол) на западе до верховьев р. Подгорной на востоке, захватывая бассейны рр. Тихой Сосны, Черной Калитвы, Россоши, Осереда, Толучаевой. Положение сеномана от +70 до +80 м (абс.); вода заключена в песках; она хорошего качества (редко более 25° жесткости); расходы около 2 л/сек. В туроне вода заключена в трещиноватом мелу, обладает нередко повышенной карбонатной жесткостью, а расходы достигают 8—9 л/сек.

Подрайон *5 в* захватывает бассейны рр. Подгорной и Криуши и простирается на запад в сторону р. Битюга. Его характеризует комплекс сеноман-девон; сеноман носит черты водоносности предыдущего района. Его подстилают водоносные «мамонские» слои [1] девона, залегающие на отметках +63—+26 м (абс.). Напор — до самоизлива (Кленово), расходы до 2,5 л/сек. Качество воды хорошее.

Подрайон *5 г* занимает юго-западный угол области по рр. Осколу, Валую, Ураевой. Здесь развиты водоносные горизонты в сеномане и сеноне, гидрогеологические характеристики которых аналогичны указанным выше. По-видимому, сеноман здесь лежит на карбоне.

---

[1] Выделенная А. А. Дубянским своеобразная толща петинских слоев, лежащая на щигровских слоях и содержащая много терригенного материала.

Таблица 16

Гидрогеологические районы северо-востока Русско-Украинской мульды по А. А. Дубянскому

Стратиграфическое положение водоносного горизонта	Водосодержащая порода	Преимущественное распространение водоносного горизонта	Абсолютная высота, м	Расход, л/сек	Жесткость в градусах	Главнейшие пункты водозаборов
1	2	3	4	5	6	7
1-й район						
Семилукский	Мелкослоистые известняки с прослойками глин	Бассейны рр. Ведуга, Олымь, Снова и отчасти Девица	+94, +87	1,0—5,0; в долинах рек самоизлив	16—17	Семилуки
Воронежский	То же	То же (основной)	+118, +98	1,5—3,0: напор до +15 м	15—16	Близ Киевки, с. Скляково
Евлановский	Преимущественно мелкоплитчатые известняки, чередующиеся с глинами в средней и нижней частях	Бассейны рр. Олымь, Богатая, Снова и Колыбелья (основной)	В бассейне р. Олымь +129, +126, по Дону в районе Задонск-Конь-Колодезь +112, +103, +93, +65	1,3—8,1; в долине р. Олымь напор до +30 м	20—21, реже 30	Задонск, Хлевный, Конь-Колодезь, Горожанка Гнездиловка
Елецкий	Трещиноватые известняки	Бассейн Дона севернее параллели г. Задонска (прерывисто)	Для сев. части +135, +86, для с.-в. части +116, +109	1,6—3,3	16	с. Тростянское, Веселое
Нижний карбон	Пески угленосной свиты	Север водораздела Дон—Воронеж	—	?	Хорошая	с. Гагарино
Апт	Преобладают мелкозернистые пески, реже неравномернозернистые	Бассейны рр. Богатая, Снова и левый приток Дона, к вост. от Задонска (весьма прерывисто)	+160, +131	0,03 4,5—1,5	10—15	с. Гагарино
Сеноман-альб	Кварцевые, большей частью мелкозернистые пески	Бассейны рр. Грайворонка, Ведуга, Снова, Девица, Серебрянка (сплошь)	+190, +140	0,6—3,6	14—18	Орловское опытное поле

Продолжение табл. 16

Стратиграфическое положение водоносного горизонта	Водосодержащая порода	Преимущественное распространение водоносного горизонта	Абсолютная высота, м	Расход, л/сек	Жесткость в градусах	Главнейшие пункты водозаборов
1	2	3	4	5	6	7
Турон	Трещиноватый мел	Водораздел рр. Кшень—Олымь и частично бассейн р. Девицы (прерывисто)	+209, +195	1,2	18	Орловское опытное поле
Ергенинский флювиогляциальный	Пески	Бассейны рр. Становой, Рясы, Лесного Воронежа, Байгоры	+133, +11	0,5—2,0	2—10	г. Липецк
Антропоген	Песчаные суглинки	Прерывисто	+220, +215	до 0,1	15—19	Многочисленные шахтные колодцы
2-й район						
Флювиогляциальный	Кварцевые пески, в большинстве содержащие гальку и валунчики каменноугольного известняка, кремня, кварцита	Водораздел Дон — Воронеж, бассейны рр. Воронежа, Усмани, Икорца, Хворостянки, Хавы, Битюга и частично Хопра (основной)	+89, +74	1,0—13,3	3—10	г. Воронеж, ст. Графская, ст. Колодезная, разъезд Бадеево, ст. Лиски, Анна Таловая, Новохоперск
Семилукский	Мелкоплитчатые известняки, переслоенные глинами	Водораздел Дон — Воронеж, зап. часть района сев. параллели ст. Давыдовки (прерывисто)	+83, +58, в долине Дона и Воронежа самоизлив	1,0	15—16	Рудкино, Гололобово, Воронеж
Щигровский	Сланцеватые глины, песчаники, песчано-каолиновая толща	Прерывисто	+13 м и —17 м (в г. Воронеже), +47 — 25 м (ст. Лиски)	1,0—9,2	3,5	Ю.-в. водокачка в Воронеже и у ж.-д. моста Лиски на Дону; Ертиль
Евлановский	Мергелистые известняки	Север района (сплошь)	+112, +101	0,5—1,2	16	Княже-Байгора, Верхняя Матренка

Продолжение табл. 16

Стратиграфическое положение водоносного горизонта	Водосодержащая порода	Преимущественное распространение водоносного горизонта	Абсолютная высота, м	Расход, л/сек	Жесткость в градусах	Главнейшие пункты водозаборов
1	2	3	4	5	6	7
Аптский	Преимущественно мелкозернистый песок, с непостоянными крупнозернистыми прослойками	Весь район (сплошь)	+100, +90	0,3—1,2	14—16	Совхоз Краснодолинский; хут. Соколовский
Покровных суглинков	Песчаные глины и суглинки	По водоразделам	+160, +150	до 0,1	до 52	Многочисленные шахтные колодцы района
3-й район						
Нижний карбон	Трещиноватые известняки с прослоями глин, песков, кремня	К сев. от линии ж.-д. Безобразово — Моршанск — Соседка	?	2—11	16—22	Моршанск, Безобразово
Средний карбон	Трещиноватые известняки с прослоями глин, песков, кремня	То же	от 0 до +70	?	Питьевые	Моршанск, Безобразово
Альб	Неравномернозернистые пески	То же	+90, +100	0,5—2	11—17	Земетчино, Вернадовка, Моршанск
4-й район						
Девон	Предположительно по всей площади района. Фактически установлено в одном пункте		—22	Самоизлив	до 40	Красивка
Альб	Два водоносных горизонта в песках, разделенных глинами	На всей территории района нижний более напорный — сплошь, верхний—прерывается	+160, +110	0,5—2	пл. ост. до 2,6 г/л	

Продолжение табл. 16

Стратиграфическое положение водоносного горизонта	Водосодержащая порода	Преимущественное распространение водоносного горизонта	Абсолютная высота, м	Расход, л/сек	Жесткость в градусах	Главнейшие пункты водозаборов
1	2	3	4	5	6	7
5-й район						
Докембрийский в продуктах распада гранита	Детритус гранита и песчаный каолин	Юг района (прерывисто)	+1,6 +13	до 6,5	до 19	Подгорное, Острогожск, Калач
Щигровский	Сланцевые глины и пески	Северо-восток района (прерывисто)	+50, +15	0,2—2,5	до 19	Павловск, Подгорное, Калач, ст. Ендаково
Мамонские слои	Песчано-каолиновая толща	Юго-восток района (сплошь)	+63, +26	до 1,5 и выше	до 19	Меловая, Бычок, совхоз «Гигант»
Юрский	Галечники	Южная часть района	+69, +26	Самоизлив 0,7, откачка до 2,3	до 21	Репьевка, Горки, Острогожск
Аптский	Пески преимущественно мелкозернистые	По-видимому, весь район	+160, +60	0,1—0,3	15—25	Острогожск, с. Хохол, Турово
Сеноман-альбский	Пески неравномернозернистые	Весь район	+190, +73	до 3,3	14—16, реже 25—49	Нижнедевицк, Турово, Хохол, Синие Липяги, Рогово, Острогожск, Горное-Архангельское Березовый колодезь, Шаталовка
Сеноман	Пески	Весь район, кроме р. Дона в полосе 10—20 км (сплошь)	+70, +80	1,5—2,0	9,25	Евдаково, Подгорное, х. Юдин, Лизиновка, Валуйки
Турон	Мел	Запад района (прерывисто)	+107, +49; на Ю.З. до +50	0,08—1,3	14—40	Ровеньки, Ольховатка, Сагуны

Продолжение табл. 16

Стратиграфическое положение водоносного горизонта	Водосодержащая порода	Преимущественное распространение водоносного горизонта	Абсолютная высота, м	Расход, л/сек	Жесткость в градусах	Главнейшие пункты водозаборов
1	2	3	4	5	6	7
Сантон	Мергель	Запад района (прерывисто)	+111, +103	от 0,02 до 1,0	14—40	Гончаровка, Ивановка, Ровеньки
Сенон	Мел	Запад района (прерывисто)	+142, +113, на Ю.З. до +40	до 1,0, реже до 2,5	14—40	Н. Уколово, х. Соленый, Ливенка
Харьковский	Глина и песчаники	По водоразделам (прерывисто)	+170, +154	до 0,08	16—18	с. Орехово, Подгорное
Полтавский	Пески	По водоразделам (прерывисто)	+210, +171	до 0,3	18—40	с. Красное, Вейделевское опытное поле, Сагуны
Антропоген	Песчаные глины и суглинки	С.-з. района по водоразделам (прерывисто)	+210, +190	до 0,1	25 и выше	Шахтные колодцы, как например район Евдаково, Коротояк и др.
6-й район						
Малевко-мураевнинский	Известняки, серые рыхлые песчаники	На всей площади района	+77, +144	4 самоизлив	Горько-соленая. Йод, бром, мышьяк; пл. ост. 11,3 г/л	Белая Горка
Визейский	Известняки	То же	—2, —136	1,5	40	Кантемировка, Жуковка
Н. сенон	Пески	Юг района	+59, +47	0,3 самоизлив	—	Новая Белая

Шестой район располагается на правом берегу Дона к югу от низовьев р. Черной Калитвы. Здесь под верхним мелом лежат карбон и архей. В карбоне вода заключена в визейских известняках, подстилаемых сланцами того же возраста. Отметки карбона от минус 2 до минус 136 м (абс.). Воды жестки, расходы до 1,5 л/сек (Россошь, Кантемировка). Еще ниже воды встречены в малевко-мураевнинских слоях (Белая Горка) — здесь вода фонтанировала с расходом до 3,5 л/сек.

В табл. 16 дается сводка гидрогеологических характеристик по указанным выше районам.

X. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ УЛЬЯНОВСКО-САРАТОВСКОГО ПРОГИБА

В пределах Ульяновско-Саратовского прогиба по характеру отложений можно выделить две части: северную и южную. Северная характеризуется тем, что здесь толщи карбона и деформированные примерно долготными валами (Сурско-Мокшинским и др.), имеют общее падение на юг и непосредственно перекрыты юрскими и нижнемеловыми отложениями. В южной части существенную роль играют налегающие на нижний мел верхнемеловые и третичные отложения, а каменноугольные отложения, в общем глубоко погребенные, образуют ряд мелких куполообразных структур по правобережью Волги.

Средняя часть описывается ниже под названием Цнинско-Свияжской, а южная именуется областью артезианских вод правобережья Волги.

Цнинско-свияжская область

Геологическое строение. Территория, заключенная между рр. Цной на западе и Свиягой на востоке, включает так называемый Тамбовско-Ульяновский район, находящийся к югу от Алатырского поднятия. Этот район охватывает системы рек Волжского бассейна — Мокши, Суры и частично Сызрани, а также, в некоторой степени, верховья рек Донского бассейна — Битюга, Хопра и Медведицы. Гидрогеологическое строение этой области довольно сложно (рис. 44). Здесь есть и палеозойские толщи — девон и карбон, и мезозойские — юра и мел и, наконец, в некоторых местах геологическая колонка венчается палеогеновыми отложениями — сызранскими и саратовскими. Девонские отложения в западной части этого района весьма сходны с теми, что имеются в области развития Центрального девонского поля. Они здесь вскрыты на небольшую глубину немногими скважинами в гг. Мичуринске, Тамбове и Красивке. Здесь поверхность девонских отложений весьма неровна. По мнению некоторых геологов, она волниста и обладает общим падением на восток. Судя по ряду профилей, составленных А. А. Дубянским, здесь можно предполагать падение девонских толщ на север, причем непосредственно налегающие на них мезозойские толщи имеют падение на юг.

Водоносность девона. Встреченные на описываемом участке девонские воды обладают значительным напором; так, например, в Тамбове вода поднялась почти до поверхности земли при глубине забоя в 104,9 м. Расход этой скважины при откачке достигал 14 л/сек, вода удовлетворительного качества, пригодна для питья. В Мичуринске вода получена самоизливом до 5 л/сек. В этом пункте девон лежит на отметке в 115 м (абс.), а устье скважины имеет отметку в 143 м (абс.); и здесь качество воды удовлетворительное. По данным Н. С. Разницына, вода тамбовской скважины содержит

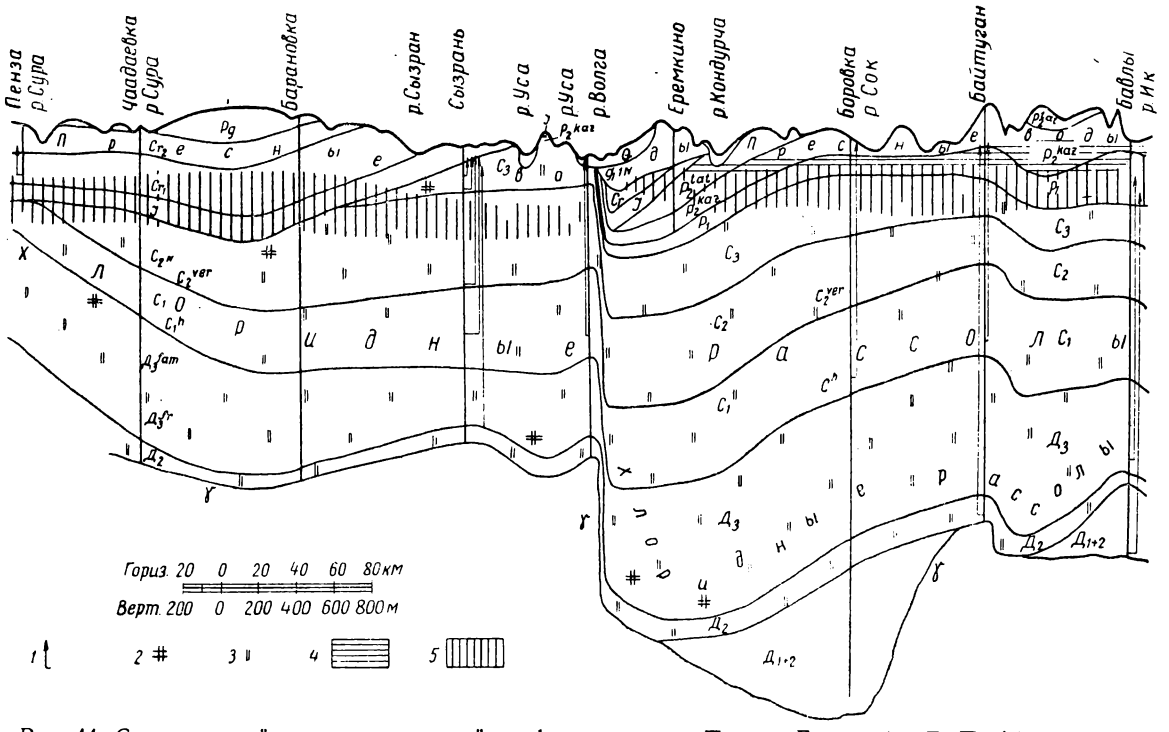


Рис. 44. Схематический гидрогеологический профиль по линии Пенза— Бавлы (по Т. П. Афанасьеву)

1 — пьезометрический уровень. Трещинные воды; *2* — большой водообильности; *3* — малой водообильности; *4* — соленые воды — сульфатные; *5* — соленые воды — сульфатно-хлоридные

плотного остатка до 472 мг/л при общей жесткости 18°. В последние годы девонские толщи обнаружены глубокими буровыми скважинами в Сызранском районе, но здесь они содержат рассольную воду значительной концентрации и небольшие количества брома и йода.

Водоносность карбона. Каменноугольные отложения выходят в области Алатырского поднятия и южнее. Известны изолированные выходы их в среднем течении р. Мокши как по самой этой реке, так и по ее притоку Сивини, а также в верховьях р. Иссы — одного из верхних притоков р. Инзара. В верхнем течении р. Алатыря общее падение толщи известняков на юго-восток. Воды из каменноугольных отложений используются буровыми колодцами в гг. Краснослободске, Саранске, Самаевке, Рузаевке и во многих других местах.

Судя по данным буровых скважин, на северо-востоке района водоносной является верхняя часть каменноугольных известняков, которые в более юго-восточных скважинах безводны. Можно ли утверждать, что это явление распространяется на весь юго-восток,— сказать трудно.

Из буровых скважин самоизливающуюся воду дает буровая в г. Краснослободске, расположенная близ реки, затем буровая в Пензе, заложенная в пойме р. Суры, а также буровые скважины в Земетчино, в Черном Яру и некоторые другие.

В Саранске еще в дореволюционное время были сооружены 4 буровых колодца, которые дали, несмотря на сравнительную близость своего расположения друг от друга, различные геологические разрезы, что, возможно, является результатом недостаточно тщательной документации их; эти скважины не подвергались испытанию откачками; потребители извлекали из них воду по мере надобности; по данным И. Ф. Синцова, эти количества для отдельных скважин не превышали 400 ведер в сутки. По многочисленным химическим анализам, качество вод из этих буровых скважин вполне удовлетворительное; обычно плотный остаток весьма не значителен. Исключением является буровой колодец в Пензе, вода которого обладает плотным остатком, достигающим 1,37 г/л.

В последние годы сооружено много буровых колодцев как в Саранске, так и в других местах по южному и юго-восточному склонам Алатырского вала, получающих воду из верхнего карбона. Вода обычно хорошего качества и с достаточными удельными расходами, поднимается в скважине почти до уровня земли. Замечено, что с углублением буровых скважин плотный остаток в воде нарастает.

Водоносность юры. Водоносность юрских отложений, непосредственно покрывающих каменноугольные, изучена сравнительно мало. Из этих отложений получает воду очень небольшое количество скважин, причем все они расположены в пределах севера Пензенской области. О расходах воды из этих скважин данных не имеется; однако можно думать, что водоносны юрские отложения в гораздо большей степени, чем это выясняется существующими буровыми скважинами. На основании геологических данных, относящихся к бассейнам рр. Мокши, Рудни и Инзара, можно в большей или меньшей степени предполагать следующие водоносные горизонты в юрской толще:

а) Первый из юрских водоносных горизонтов залегает в нижней части келловея, представленного песками, которые особенно мощно выражены по р. Мокше к северу от с. Рыбкина и в нижнем течении р. Рудни в районе г. Починки. В этих местах пески достигают мощности в несколько десятков метров, но к юго-востоку они, по-видимому, постепенно замещаются глинами. Породы, подстилающие юрские пески, в этом районе не были установлены.

б) Следующий водоносный горизонт приурочен к среднекелловейской толще оолитовых мергелей, обладающей небольшой и притом непостоянной мощностью, колеблющейся от 20 до 75 см. Воды этого горизонта дают многочисленные родники в бассейнах рр. Мокши, Рудни, Алатыря и Инзара. В этих местах нередко можно в селах видеть колодцы, располагающиеся на пологих склонах к реке и использующие воду из среднекелловейских мергелей; в родниках и в колодцах эта вода обладает хорошими качествами.

в) Над среднекелловейскими оолитовыми мергелями развита глинистая и глинисто-мергелистая толща оксфорда и секвана, которая перекрывается в правобережье Инзара киммериджскими мергелисто-глинистыми отложениями, содержащими прослойки сферосидеритовых линз и пропластки битуминозных сланцев. К пропласткам сферосидеритов приурочен незначительный водоносный горизонт, дающий иногда слабосочащиеся роднички.

Цифровых данных о расходе колодцев, получающих воду из юрских отложений, как и о расходе родников, которые довольно широко используются населением, совершенно нет; о качестве этих вод имеются только указания на то, что они вполне пригодны для питья.

Водоносность нижнего мела. Нижнемеловые отложения точно так же включают несколько водоносных горизонтов. На размытой поверхности юрских отложений трансгрессивно налегает конгломерат или галечник из фосфоритовых желваков, обыкновенно пересыпанных глауконитовыми и, реже, кварцевыми песками. Этот конгломерат перекрыт толщей черных глин неокома, которые местами вверх переходят тоже в глинистые отложения апта. Фосфоритовый конгломерат нижнего неокома представляет собой водоносную толщу. К этому прослою, очень небольшой мощности, редко превышающей 0,5 м, приурочен водоносный горизонт с вполне пригодной для питья водой, в некоторых случаях выступающей в виде родников, дающих ржавую окраску в водотоках питаемых ими ручьев. В ряде селений здесь были встречены колодцы, пользующиеся водой из этого же горизонта, что отчасти подтверждается также и отвалами фосфоритов у вновь сооруженных колодцев.

Примерно на широте Рузаевки апт представлен песчанистыми породами с прослойками плитчатого песчаника, которые бывают покрыты темными сланцеватыми глинами, содержащими прослои и линзы сферосидеритов. В местах выходов аптских вод на поверхность, например в низовьях р. Иссы, наблюдается довольно большое количество родников.

Аптские отложения перекрыты железистыми или сидеритовыми песками и песчаниками нижнего гольта, выше которых наблюдаются почти белые пластичные глины типа каолинов (местами разрабатываемые для горшечного производства). В некоторых местах каолиновые толщи замещаются чередующейся свитой глин и опок. Водоносность гольтских песков выражена рядом родников, известных к северу от Иссы между рр. Иссой и Сивинью, где к их выходам приурочены иногда большие оползни.

Из водоносных горизонтов нижнего мела наиболее водообильным является водоносный горизонт, относящийся к основанию аптских толщ. На крутых склонах берегов, по-видимому, именно к этому водоносному горизонту приурочены значительные оползни. Отсюда же, вероятно, берут воду колодцы в г. Нижнем Ломове и в с. Буртасе. К этому же горизонту, по указанию Н. С. Разницына, приурочена буровая скважина в г. Кирсанове, где вода из аптских песков обладает значительной жесткостью, достигающей 48°. Значительно более мягкие аптские воды используются в г. Чембаре, на ст. Козловка и в других местах.

Воды из нижнегольтских отложений считаются менее удовлетворительными по своему качеству, а также и менее обильными. В отношении целого ряда скважин, как например в гг. Керенске, Моршанске, на станциях Лопуховка, Ртищево и др., не установлено точно, из какого именно водоносного горизонта нижнего мела они получают воду. Вода моршанской скважины имеет 818 мг/л плотного остатка при общей жесткости 27°.

Гольтский водоносный горизонт, по-видимому, более водоносен на юге; по мнению А. Н. Семихатова [72, 73], он в этих частях района отличается обилием и постоянством. Однако он мало изучен. В некоторых случаях водоносные толщи, относимые некоторыми авторами к гольту, другими относятся к верхнему мелу (сеноману).

Водоносность верхнего мела. Верхнемеловые отложения развиты преимущественно к югу от выходов на поверхность нижнемеловых отложений. Они представлены на этой площади сеноманом, туроном и сеноном. Литологически сеноман в большинстве случаев представлен песками, а турон и сенон мелом и мелоподобными мергелями. Площадь распространения сеноманских отложений значительно меньше, нежели вышележащих. К нему приурочен наиболее благонадежный водоносный горизонт. Ложем этого водоносного горизонта обыкновенно являются глины гольта, а кровлей — различные горизонты турона и нижнего сенона. Как с качественной, так и с количественной стороны этот горизонт охарактеризован очень слабо. Родниковые воды, а также очень немногочисленные колодцы дают воду вполне удовлетворительных питьевых качеств. В некоторых случаях встречаются сравнительно обильные родники, дающие до нескольких литров в секунду.

Туронские и сенонские толщи мела и меловых мергелей заключают в себе водоносные горизонты лишь спорадически; в некоторых местах известны крупные родники, приуроченные к сенону. На юго-востоке и на востоке описываемого района в сенонской толще развиты кремнистые глины, легко выветривающиеся и дающие толщи водопроницаемого щебня. Мел, подстилающий этот щебень, сравнительно легко размывается, вследствие чего в этой области к востоку и юго-востоку от р. Инзара на междуречьях встречаются своеобразные карстовые воронки, а на склонах — обильные родники с расходами в несколько литров в секунду. На родниках сенона основано водоснабжение г. Сердобска. Точно так же обильные родники указываются для района г. Аткарска, где они дают воду очень хорошего качества, с плотным остатком от 168 до 402 мг/л.

На всем описываемом пространстве толщи мезозоя, по-видимому, в своем залегании подчиняются развитому здесь Сурско-Мокшинскому поднятию каменноугольного возраста, направление которого намечается указанными выше выходами карбона на р. Сивини и в верховьях р. Иссы. Эта линия имеет направление примерно с северо-запада на юго-восток. По имеющимся наблюдениям, мезозойские толщи имеют соответственные падения на юго-запад в бассейне р. Мокши и на юго-восток в бассейне р. Инзара. Однако падение их здесь не выдержано, местами наблюдаются своеобразные флексуроподобные небольшие изгибы, которые были еще в конце прошлого века установлены Н. Ф. Дитмаром при постройке железнодорожной линии Рязань — Казань.

Артезианские воды по правобережью Волги

На юго-восточной окраине Цнинско-Свияжского гидрогеологического района А. Н. Семихатовым в книге «Подземные воды СССР» [73] выделены вдоль правого берега Волги несколько небольших артезианских бассейнов.

Ульяновско-Саратовский третичный артезианский бассейн. Это наиболее северный и в то же время наиболее крупный бассейн. Он располагается на пространстве между Волгой и Сурой. Несомненно артезианские воды существуют здесь и в более глубоко расположенных отложениях—меловых, юрских, каменноугольных и т. д., однако последние еще совершенно не разведаны. Более или менее выяснена водоносность третичных отложений при помощи ряда буровых скважин.

Схема строения нижнетретичных отложений данного района такова. В основании залегает преимущественно опоковая толща нижнего сызрана. На опоки налегают пески и песчаники верхнего сызрана. Далее вверх следуют нижнесаратовские слои, также в значительной мере представленные опоками с прослоями глин, и еще выше залегают верхнесаратовские песчаники. Наконец, царицынские слои представлены глинисто-песчанистыми отложениями.

Выходы нижнесызранских слоев образуют внешнее кольцо палеогена; по направлению к центру появляются все более молодые отложения. Указанная толща нижнетретичных отложений залегает в данном районе в виде весьма пологой, но в то же время ясно выраженной мульды. Здесь развито несколько водоносных горизонтов, из которых более существенное значение имеют два: более высокий приурочен к верхнесаратовским пескам (его ложе — опоки и глины нижнесаратовского возраста), а более глубокий водоносный горизонт залегает в нижнесызранских опоках (его ложе — меловые мергеля верхнего сенона). Нижнесаратовские и верхнесызранские толщи по существу также водоносны; однако, ввиду того что они литологически непостоянны в горизонтальном направлении, и водоносные породы представляют пропластки и линзы, залегающие среди водоупорных разностей этого же возраста, здесь встречаются небольшие местные водоносные горизонты, иногда дающие обильные родники.

Для этой площади намечают следующие дислокационные линии:

1) Антиклинальный перегиб слоев, имеющий направление с северо-запада из Городищенского района, Пензенской области, в направлении к Саратову. Здесь по оси антиклинали выходят сызранские опоки, а далее на северо-восток и юго-запад последние сменяются саратовскими толщами. Эта антиклинальная складка в нижней своей оконечности меняет направление на южное и затем юго-западное, становится более крутой и в ее ядре по рр. Гусихе и Липовке выступает меловая толща верхнего сенона. Близ границ Петровского района эта складка затухает.

2) Следующей тектонической линией является линия Жигулевских сбросов — флексур, которая подходит к центральной площади третичного бассейна с северо-востока, где диапазон сброса достигает около 500 м и, постепенно затухая, врезается в поле третичных отложений. Таким образом, эти две линии разделяют поле третичных отложений на три части, из которых одна часть — северная — ограничена с юга жигулевской дислокационной линией, а с юго-запада упомянутой выше антиклиналью, другая располагается южнее вдоль правого берега Волги ниже Самарской Луки и имеет на севере и на юго-западе те же ограничивающие линии; наконец, третья располагается к юго-западу от антиклинального перегиба Городище—Саратов.

Из этих трех полей третичных отложений наиболее водоносным является тот участок, который представляет собой юго-западное поле. Что касается северного поля, располагающегося по правому берегу Волги и выше жигулевской сбросовой линии, то эта область довольно сильно дренирована современными речными системами и не содержит восходящих вод с устойчивым расходом. Водоносный горизонт южной площади, прилегающей к

Волге ниже Жигулевского сброса, водообильнее северной, но она очень мало разведана. Для этой области имеются сведения только в отношении района г. Кузнецка (средневолжского), где имеется ряд буровых скважин глубиной от 40 до 105 м. А. Н. Семихатов упоминает об одной скважине на ст. Бурасы (на р. Медведице); однако о ней не сохранилось никаких данных. По-видимому, вода была получена здесь из нижнесаратовских слоев. Эту область иногда называют Кузнецким артезианским бассейном.

Что касается юго-западного поля третичных отложений, то оно точно так же разведано еще очень мало, однако существующие здесь скважины в Гурьевске и в Старом Тимошкине дают воду из нижнесызранских отложений.

Петровский артезианский бассейн. Следующим бассейном, охватывающим очень небольшую площадь—до 5000 км^2, сложенным точно так же третичными породами, является Петровский бассейн, располагающийся в верхнем течении р. Медведицы. Здесь наиболее низкий водоносный горизонт приурочен к меловой толще верхнего сенона. Породы этого яруса выступают на поверхность в области р. Сердобы, а затем к востоку быстро уходят вглубь, где и перекрываются нижнетретичными отложениями, причем меловая фация переходит в мергельную, и водоносность сенонской толщи в связи с этим падает.

Выше следует нижнесызранская толща, сложенная опоками и содержащая воду. За ней следует верхнесызранская толща опоковидных песчаников, также содержащая водоносные пропластки, хотя и в меньшей степени. Еще выше залегает верхнесаратовская толща песчаников, опок и глин. Наконец, выше следует толща глин царицынского яруса, перекрываемых водоносными песками этого же возраста.

В г. Петровске скважина была заложена еще в дореволюционное время. Здесь водоносный горизонт был встречен на глубине около 50 м от поверхности земли, причем вода поднялась приблизительно на 39—38 м. Расход воды этой скважины — около 3 л/сек; плотный остаток — 788 мг/л, общая жесткость — 23°, постоянная — 10°, реакция воды — слабощелочная.

По этому району имеются буровые скважины и в других местах, однако материалы их не опубликованы.

Артезианский бассейн верховьев р. Сокурки. Этот бассейн представляет еще меньшую площадь, но выражен очень типично. А. Н. Семихатов таким образом описывает его:

«Края его сильно приподняты со всех сторон и окружены выходами более древних пород с севера на юг — верхне- и нижнемеловыми. Водосодержащими породами являются третичные породы — нижнесызранские и верхнемеловые. В этом районе имеются три буровых скважины; две в северном и одна в южном конце. Самая северная скважина в Озерках воды в сызранских породах не встретила вследствие того, что скважина была заложена очень близко к окраинам площади распространения третичных пород, где они сильно дренируются. Вторая скважина в Ягодной Поляне дала воду в количестве около 0,7 л/сек, но с небольшим напором, так как здесь именно сказывалось дренирующее влияние р. Чардыма. В Ягодной Поляне из этого же горизонта выходят мощные родники, каптированные и используемые для нужд населения.

Небольшой напор, возможно даже фонтанирование скважин, следует ожидать в селениях Побочной и Скатовке и в верховье р. Большой Идолги на низких местах.

Качество воды, как и вообще сызранских вод, в данном месте хорошее».

Что касается нижезалегающих водоносных горизонтов сенона и сеномана, они до настоящего времени не разведаны.

Правобережье Волги от Саратова до Сталинграда. Еще южнее вдоль Волги располагается несколько тектонических куполов, благодаря которым на дневную поверхность выходят юрские и даже каменноугольные отложения. Здесь на узкой полосе, прилегающей к правому берегу Волги, расположилось несколько глубоких сбросов и прогибов, обладающих довольно крутым падением пластов близ ядер куполов. Южнее Саратова Волга местами вскрыла нижнемеловые и третичные горизонты, дающие выходы родников по берегам.

Наибольшее число скважин приурочено в данном районе к Саратову и его ближайшим окрестностям. В самом Саратове наибольшее число буровых скважин было заложено при изучении оползней Соколовой Горы. Однако вследствие плохой документации этих скважин характер и положение водоносного горизонта и химический состав вод изучены очень слабо.

По некоторым скважинам воды третичных отложений содержат очень малый плотный остаток и жесткость их не превышает 9°, тогда как в других местах жесткость поднимается выше 23°. В некоторых скважинах наблюдается довольно большое количество сульфатов, в других только следы их. Вместе с тем отмечают, что всюду, где выходит на поверхность указанный водоносный слой, разрезы его обильно покрыты выцветами солей. Точно так же очень плохо поддаются увязке и материалы, добытые при бурении в связи с изысканиями по трассе железнодорожного моста через Волгу и при бурении городского коммунального отдела на Соколовой Горе. По заключению А. Н. Семихатова, «в одном и том же слое вода была встречена в различных условиях». По его мнению, этот водоносный горизонт не имеет практического значения с точки зрения водоснабжения, однако заслуживает большого внимания, как фактор оползнеобразования.

Водоносность аптских отложений точно так же невелика; воды их также еще слабо изучены, как и воды небольших родников на склонах Соколовой Горы.

Водоносность гольтских отложений выяснена несколько больше, хотя также недостаточно. В толще гольтских отложений различают нижние, средние и верхние слои. Нижнегольтские слои преобладающе представлены песчаными осадками сравнительно небольшой мощности. Верхне- и среднегольтские слои представлены по преимуществу глинистыми отложениями общей мощности примерно около 100 м. Возможно, что и нижнегольтские слои в направлении к юго-востоку меняют литологический состав и переходят в глинистые. Хотя несколько скважин, пробуренных в районе Соколовой Горы, прорезали гольтские отложения и вскрыли в них воду, однако сведений о расходах водоносного горизонта не имеется. Данные о химическом составе вод не достоверны. В 1929 г. недалеко от этих скважин была сделана новая. Плотный остаток в воде этой скважины оказался 608 мг/л. Однако в скважине с. Князева плотный остаток доходил до 1799 мг/л. В обеих скважинах было вскрыто несколько водоносных горизонтов, но нет сведений о том, вода какого горизонта проанализирована.

Сеноманские отложения выражены мелкозернистыми чистыми кварцевыми песками, реже глауконитовыми песками. Мощность их колеблется от 30 до 40 м. Имея своим ложем гольтские глинистые породы, сеноманские пески являются благоприятными для накопления в них воды. Толща их довольно сильно дренирована, и почти всюду они дают в этом случае довольно обильные родники. Воды сеноманских песков используются также для городской водопроводной сети Саратова (Решетниковский водосбор). Здесь воды из сеноманских песков напитывают делювиальную тол-

щу, из которой гончарная труба длиной около 250 м выводит самотеком около 4 л/сек.

Качество вод сеноманских песков среднее. Плотный остаток колеблется от 550 до 725 мг/л, общая жесткость — от 23 до 30°, постоянная жесткость падает до 10°.

В окрестностях Саратова родниковые воды сеноманского водоносного горизонта питают речки и используются для полива садов, огородов и ягодников.

Южнее Саратова водоносные третичные горизонты располагаются вдоль Волги до Сталинграда. Близ Саратова развиты те же толщи, которые характеризуют весь Саратовско-Ульяновский район, а именно: сызранские и саратовские толщи, обладающие таким же литологическим составом. В районе Сталинграда появляются царицынские и мелеттовые толщи. Вся свита третичных отложений наклонена к югу и к востоку; последнее падение обусловлено наличием Доно-Медведицкой тектонической системы. Сызранские и саратовские слои в районе Саратова располагаются в верхних частях волжских обрывов — венцах, а к югу от города постепенно спускаются до уровня Волги.

По мнению А. Н. Семихатова, в районе Саратова из третичных водоносных горизонтов заслуживает внимания только водоносный горизонт нижнесызранских опок. Особенно обильные родники отмечены в совхозе Горная Поляна, в д. Рокотовке и в других местах. По данным Саратовского городского коммунального отдела, родники в бывшем Корольковском саду дали следующие расходы (в л/сутки): родник № 7—19 000, родник № 8—528, родник № 9—48 240, родник № 10—73 128.

Из этих родников наиболее высоко располагается родник № 10 (188,98 м абс.) и наиболее низко — родник № 7 (162,71 м абс.). Это обстоятельство А. Н. Семихатов объясняет тем, что родники не вытекают непосредственно из водоносного слоя, а пробиваются сквозь толщи наносов, покрывающих склоны. В стороне от волжского берега у д. Еремеевки Е. Н. Лавровым была заложена разведочная буровая скважина, которая изливала около 14 л/сек.

Качество нижнесызранских вод вполне удовлетворительное. Плотный остаток обыкновенно ниже 200 мг/л, хотя в некоторых случаях достигает и 660 мг/л. Реакция вод слабощелочная. По мнению А. Н. Семихатова, повышенная минерализация сызранских вод наблюдается в том случае, когда они каптируются не непосредственно из коренной толщи, а из покровных образований, к которым примешиваются обломки меловых мергелей.

В окрестностях Сталинграда водоносны царицынские слои. Здесь развито несколько водоносных горизонтов, различных по водообилию. Во многих случаях свита царицынских отложений довольно сильно дренирована. Отдельные водоносные горизонты выступают последовательно по течению прорезающих их оврагов и речек. Так, по дну речки Царицы в ее верховьях обнажаются два водоносных горизонта. А затем ближе к устью выступают еще три горизонта. Таким образом, вдоль этой балки развито всего пять водоносных горизонтов; наиболее водообильный второй, (считая сверху), приуроченный к основанию толщи песков мощностью около 25 м.

Царицынские отложения вскрыты скважинами на б. казенном винном складе и на гвоздильном заводе. При сличении разрезов этих скважин выяснилось, что ими даются различные характеристики водоносных горизонтов. Так, например, скважина б. казенного винного склада встретила наиболее глубокие (5-й по схеме Л. П. Нелюбова) водоносный горизонт на отметке минус 17 м, скважина гвоздильного завода этого слоя не обнаружила вовсе. Скважинами установлено, что здесь под царицынским водо-

носным горизонтом имеются также и саратовский, и сызранский и, вероятно, верхнемеловой. Указанные скважины получили самоизливающуюся воду. О самоизлиянии этих скважин говорит следующая выдержка из бурового журнала, приводимая А. Н. Семихатовым:

«Пройдя слой № 5, в слое № 6 на глубине 14,93 м получена вода, поднявшаяся на 3 м от поверхности земли. Затем на слое № 10 вода стала подниматься выше, пока не достигла 0,9 м от поверхности. На глубине 47,32 м вода стала изливаться около 7 л/сек. К сожалению, вода оказалась негодной для питья — соленая. Анализа воды не имеется. При прохождении слоя № 16 вода поднялась на 6 м выше поверхности земли. Из слоя № 23 напор уже на 19,8 м выше поверхности. Наконец, в последних слоях между 135,6 м и 138 м напор достигает не менее 24 м».

В Красноармейске еще в 30-х годах прошлого столетия была заложена скважина, давшая из третичных отложений соленую воду. В последние годы, в связи с волжско-донскими изысканиями, была сделана глубокая скважина с целью поисков артезианских вод для строительства. Эта скважина также дала соленую воду. Точно так же дала соленую воду скважина, заложенная при изысканиях под плотину близ Красноармейска. Точный возраст пластов, давших эту воду, до сих пор не установлен. По А. Н. Семихатову, южнее Сталинграда в сторону Красноармейска из царицынских слоев буровыми скважинами получены питьевые воды, самоизливающиеся из скважин, расположенных на хвалынской террасе.

XI. МЕЖПЛАСТОВЫЕ ВОДЫ ПРИЧЕРНОМОРСКОЙ ВПАДИНЫ

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Причерноморская впадина протягивается в широтном направлении от склонов Карпат на западе и до Ставропольского плато на востоке. Ее северной границей служит полоса выходов кристаллического массива. Довольно многоводные реки — Днестр, Буг, Днепр — прорезают это пространство. Кроме этих крупных рек, здесь есть еще и несколько мелких, из которых только одна р. Молочная впадает в Азовское море. Эта полоса в гидрогеологическом отношении изучалась уже давно, однако в связи с неодинаковой потребностью в воде отдельных ее районов она и до настоящего времени изучена неравномерно.

Первые буровые скважины были заложены в 1831 г. в Одессе и в 1833 г. в Симферополе. Обе они не дали хороших результатов. В 1834 г. была сделана буровая скважина в Евпатории глубиной в 131,7 м, давшая 1,15 л/сек воды в сутки самотеком. Более поздние бурения в Крыму оказались неудачными. Наиболее крупной из таких неудачных (безводных) скважин оказалась скважина в Айбарах, заложенная в 1869 г. и бурившаяся 8 лет. Только в 1886 г. были пробурены скважины в районе Мелитополя, которые дали очень хорошие результаты. Они послужили поводом для развития добычи глубоких вод по всему Азовскому и Причерноморскому побережью.

Причина неудачи первых попыток бурения до некоторой степени лежит, с одной стороны, в недостаточном знании геологии района к моменту начала бурения, с другой — в низком уровне буровой техники того времени.

Для характеристики напластований, слагающих осевую часть Причерноморской впадины, приводим разрез буровой скважины, проведенной в 1934 г. в окрестностях Одессы в районе Холодной балки (по К. И. Макову), а также профили по линии Одесса — Орел и Брянск — Ялта (рис. 45, 46).

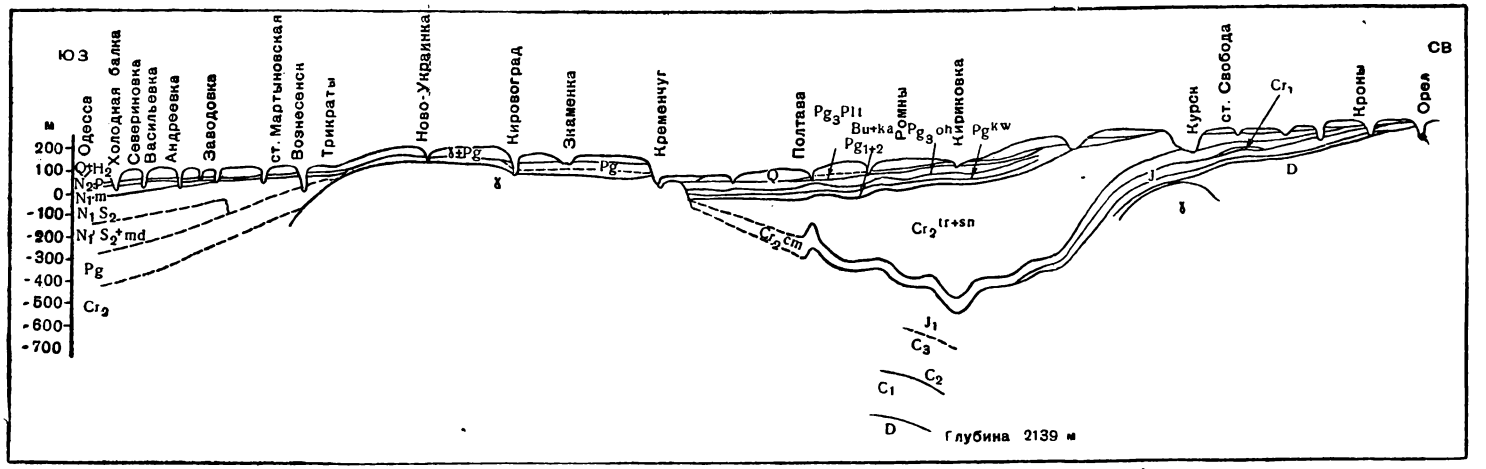


Рис. 45. Схематический геологический профиль по линии Одесса — Орел

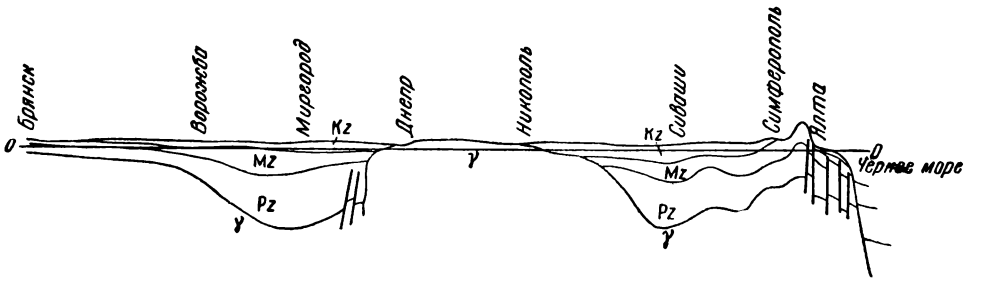


Рис. 46. Гипотетический геологический профиль Брянск—Ялта (по К. И. Макову)

Холодная балка близ Одессы, разведочная скважина (по материалам Украинского мелиоративного треста, 1934 г.)

		Глубина подошвы слоя в м
Q	1. Чернозем	0,90
	2. Делювий лёссовидный	3,42
N_{1+2}	3. Глина зеленая с ржавыми пятнами и мелкими стяжениями карбонатов. I водоносный горизонт, вода слегка соленая, дебит — незначителен	4,80
	4. Песок глинистый, зеленовато-серый с прослойками более чистого	5,20
	5. Глина зеленая, плотная, с охристыми пятнами, с включениями карбонатов и местами незначительным скоплением песка	11,85
N_1^{3c}	6. Глина зелено-серая с значительной примесью песка, с охристыми пятнами и включениями карбонатов	13,40
	7 То же, что и слой 5, на глубине 16,72 м прослоек рыхлого мелкого песка желтоватого цвета	16,90
	8. Глина темно-зеленая, местами более темная с мелкими известковыми отложениями	17,90
	9. Глина зеленая, жирная, с охристыми пятнами, с примесью карбонатов	19,60
	10. Глина серовато-зеленая, песчанистая, с прослоями более песчаной глины. Количество песка с глубиной увеличивается	21,40
	11. Песок глинистый, мелкозернистый, серовато-зеленого цвета	23,70
	12. Глина зеленовато-серая с мелкими прослоями песка с ржавыми пятнами и содержанием извести	29,45
	13. Песок кварцевый, слегка глинистый, мелкозернистый, с обломками обугленной древесины, раковин и мелкими сростками пирита	31,40
	14. То же, что и слой 13, но без древесины. Количество раковин с глубиной увеличивается. В слоях 11—14 II водоносный горизонт; уровень ниже поверхности земли 15 м, дебит — около 1 л/сек	37,20
	15. Глина темно-серая, местами серо-зеленая, с редкими обломками раковин	55,60
	16. Песок зеленовато-серый, мелкозернистый, содержащий воду	56,20
	17. Глина мергелистая, синевато-зеленая, с небольшой примесью мучнистого кварцевого песка и обломков раковин	59,30
	18. Глина серо-зеленая, слегка песчаная, с охристыми пятнами, местами с примесью пылевидного песка	75,30
	19. Известняк ноздреватый с серо-зеленым оттенком	75,60
	20. Глина темная, серовато-зеленая, с прослойками более светлой глины, местами слоистая	80,50
	21. Песок мелкозернистый, кварцевый, сильно глинистый, с мелкими обломками раковин	81,00
	22. Песок глинистый, состоящий из кварцевых и оолитовых зерен	81,60
	23. Глина песчаная с большим содержанием обломков и разрушенных раковин	82,00
	24. Глина темно-зеленая, плотная, с ржавыми пятнами и примазкой песка	82,55
	25. Известняк оолитовый с прослойками глины	84,00
N_1^{3b+3a}	26. Глина зеленовато-серая, с охристыми пятнами, с примесью в разных количествах мелкозернистого кварцевого песка. На глубине 106,40—106,65 м темная глина с обугленными кусочками растительных остатков и пирита. Часть образцов содержит обломки раковин	117,5
	27. Глина слегка мергелистая серовато-зеленая со значительным содержанием обломков сарматских раковин, оолитовых зерен, с мелкой примесью мелких кварцевых зерен, а также с тонкими прослойками известняка	130,0
	28. Глина мергелистая, серовато-зеленая с большим содержанием раковин и других ископаемых	133,55
	29. То же, что и слой 28, но с очень малым количеством ракушек	134,15
	30. То же, что и слой 28, внизу более темноокрашенная	136,15
N_1^{2}?	31. Глина темно-синяя, плотная, с редкими обломками раковин, местами слоистая. С глубины 138,70 м количество ракушек увеличивается	141,10

$N_1^1 + Pg_3$	32. Песок мелкозернистый, сильно глинистый, серо-зеленый, книзу глинистость постепенно увеличивается. III водоносный горизонт. Уровень воды ниже поверхности земли на 2,80 м; вода соленая, дебит — около 4 л/сек	187,40
	33. Глина темно-зеленая, песчаная в верхней части, более плотная и чистая книзу	192,00
	34. Песок мелкозернистый, сильно глинистый, зеленоватого цвета	203,00
	35. Глина темно-зеленая, с незначительной примесью мелких песчинок. Книзу слегка песчаная	235,00
	36. Песок глинистый. IV водоносный горизонт; вода соленая, дебит — незначительный	239,00
Pg_2	37. Мергель глинистый, серо-зеленый, слегка песчаный	286,0
	38. Мергель светло-серый со слабым зеленоватым оттенком	307,00
	39. Песок мелко-зернистый, глинистый серо-зеленый	315,00
	40. Мергель светло-серый	325,00
	41. Мергель серо-зеленый, песчаный	365,00
	42. Мергель зеленовато-серый, слабый, с прослойками светло-серого, более плотного	366,00
	43. Мергель глинистый, серовато-зеленого цвета с желтоватым оттенком, в нижней части песчанистый. V водоносный горизонт. Уровень +0,30 м; вода соленая, дебит — незначительный	403,60
Cr_2	44. Мергель серо-зеленого цвета, плотный, местами более обогащенный примесью мелкого песка, с редкими зернами глауконита; в некоторых образцах имеются белые пятна известковых стяжений	460,30
	45. То же, что и слой 44, с прослойками пишущего мела. Изредка встречаются мелкие сростки пирита	508,00
	46. Песок кварцевый мелкозернистый, серо-зеленого цвета, глинистый, с редкими зернами глауконита. VI водоносный горизонт. Уровень +0,6 м. Вода соленая, дебит — около 0,4 л/сек	565,00
	47. Мергель светло-серый со слегка зеленоватым оттенком	575,00
	48. Мел белый, пишущий с редкими обломками раковин и стяжениями черного кремня. На глубине 651 м в образце мела наблюдается прослойка темно-серой жирной глины. VII водоносный горизонт с глубины 622 м. Уровень +6,23 м; вода сильно соленая	677,50
	49. Мел серовато-белый, иногда с чуть желтоватым оттенком. С глубины 683 м порода приобретает значительную крепость и большое содержание кварцевых и мелких глауконитовых зерен	688,00
	50. Мергель серого цвета, с примесью мельчайших кварцевых песчинок, крепкий, сцементирован известняково-кремнистым цементом. На глубине 780,70—763,00 м та же порода, менее плотная, а ниже указанной глубины количество песчинок увеличивается и порода сильно уплотняется	795,50
	Общая глубина	795,50

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Первые более или менее подробные региональные описания, касающиеся бывшей Херсонской губернии, были сделаны Н. А. Соколовым [78]. Позднее обширные материалы буровых разведок на воду были собраны П. А. Двойченко [21]. Они касались бывших материковых уездов Таврической губернии и степных пространств Крыма. Еще позднее производились детальные гидрогеологические исследования Одессщины Н. И. Криштафовичем и его сотрудниками. Уже в послереволюционное время появился ряд сводных работ, касающихся этого района, в числе которых можно упомянуть первую схематическую карту районов Южной Украины А. В. Красовского, гидрогеологические карты В. И. Лучицкого [51] и Б. Л. Личкова [49] и большую сводку К. И. Макова [52].

Водоносность склонов кристаллического массива в пределах данного бассейна изучена очень мало. Вода нередко солоноватая (5—6 г/л). Расходы небольшие, грунтовые воды наблюдаются в элювии гранитов.

Водоносность силурских отложений также освещена мало. В районе выходов этих пород известны родники и грунтовые колодцы, каптирующие воды из силура. Кроме того, в некоторых пунктах имеются буровые скважины (Каменец-Подольск, Проскуров, Могилев), использующие эту воду. В Каменец-Подольске колодец при больнице дает около 1 л/сек при глубине забоя около 131 м и статического уровня 93 м, а старый городской колодец у р. Смотрича — около 10 л/сек при статическом уровне 2,4 м и динамическом 10,7 м. По качеству воды вполне пригодны для питья (около 0,5 г/л), однако, если судить по анализам каменец-подольских вод, в них имеются и загрязняющие их органические вещества, по-видимому обязанные своим происхождением проникновению с поверхности загрязненных сточных вод. Существующие колодцы используют немного воды и непригодны для выявления количественной характеристики водоносности силурских отложений.

Воды верхнемеловых отложений используются в Приднестровье, выше г. Сороки, в буровых скважинах Кишинева и на ст. Мирены. Из последней скважины вода изливается на абс. отметке +25,5 м. В Кишиневе уровень стояния воды +46,7 м (абс.).

Далее на всем протяжении от Днестра на восток до Азовского моря нет скважин, которые получали бы воду из верхнемеловых отложений. Только в среднем течении Молочной встречена вода «прекрасного качества, обильная», предположительно (по мнению П. А. Двойченко) из меловых отложений. По старым данным, на юге, в посёлке Нейпассау, скважина встретила этот водоносный слой на глубине 217,1 м. Глубина стояния воды в скважине — 36,3 м от поверхности земли. По качеству вода пресная.

В Подолии (Ярмолинцы, Проскуров) и на Волыни (Изяслав) меловые воды используются для питья достаточно широко. Качество их вполне удовлетворительное (общая жесткость до 16°). Вода кишиневской буровой скважины весьма жестка, плотный остаток около 2,7 г/л; примерно такая же вода в Кицканах.

По К. И. Макову, в Одессе меловые воды при самоизливе дают небольшие количества «сильно минерализованной воды» (шестой и седьмой водоносные горизонты на глубинах 500—560 и около 620 м). Изменение концентрации с глубиной следующее:

403,0 м — 22,25 г/л
505,0 » — 34,77 »
536,0 » — 33,62 »
576,7 » — 42,15 »
621,0 » — 53,79 »
623,0 » — 35,29 »

Резкое снижение концентрации раствора последнего водоносного горизонта трудно объяснимо.

В Крыму только родники в грядах нижнемеловых и верхнемеловых гор указывают на наличие питьевых подземных вод; в Северном Крыму мел, по-видимому, безводен. Расходы меловых вод небольшие даже при значительных напорах: в Большом Токмаке удельный расход буровой около 0,5 л/сек, общий расход 15—17 л/сек; в долине Молочной проектные расходы буровых скважин около 5 л/сек.

Водоносность пород бучакского яруса изучена многочисленными скважинами, характеризующими ее с лучшей стороны. По данным П. А. Двойченко, из этого горизонта получается обильная прекрасного качества вода, фонтанировавшая в долине Молочной до 30 м выше поверхности земли. Близ морского побережья этот горизонт залегает на глубине 500—600 м. По данным химического анализа б. казенного винного склада в Мелитополе, плотный остаток равен 614 мг/л. В некоторых случаях вода буровых

скважин из бучакских отложений обладает запахом сероводорода и только в г. Осипенко и в б. экономии Эльбинг вода оказалась соленой. На пространстве между Днепром и Днестром только в районе Вознесенска этот водоносный горизонт используется буровыми скважинами; вода из палеогена имеет плотный остаток до 1630 мг/л, а из палеогена и гранитов — всего около 360 мг/л.

Расходы скважин (иногда самоизливом) достигали 8 л/сек, положительные напоры до + 17 м (в Мелитополе на Базарной площади).

Олигоценовые породы часто дают солоноватую воду; плотный остаток по некоторым анализам достигает 6 г/л и более. В силу этого до олигоценового водоносного горизонта доведено очень немного скважин, располагающихся главным образом между Днепром и Днестром.

Водоносность средиземноморских отложений весьма неодинакова в различных частях данного артезианского бассейна. На востоке в Мелитопольском районе водоносный горизонт приурочен к известковым (раковистым) пескам и песчаникам. Этот водоносный горизонт используется преимущественно на левобережье Днепра. На правобережье Днепра из этого горизонта известно мало скважин, которые использовали бы воды средиземноморских отложений. Объясняется это тем, что в правобережном Приднепровье и в области Побужья преобладают зеленые глины и глинистые пески с прослойками водоносного известняка, дающего часто солоноватую и соленую воду. Общие расходы буровых скважин редко превышают 1—2 л/сек, хотя указываются, как исключение, расходы в 4 л/сек (с. Покровка) и 5 л/сек (с. Дмитриевка). Основные районы использования вод этого горизонта располагаются: а) между Днепром и Азовским морем к северу от линии Каховка — Аскания-Нова — Атманай и б) в Крыму к югу от линии Таганаш-Армянск. Плотный остаток 0,7—1 г/л. Нередко воды с плотным остатком 2—3 г/л производят впечатление мягких благодаря высокой щелочности (pH до 8,8).

Водоносные горизонты сарматских отложений развиты неодинаково на пространстве всего артезианского бассейна, что связано с литологическим изменением отдельных толщ как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении.

а) Нижний сармат наиболее водоносен в Приазовском крае, где он представлен глинисто-песчаными отложениями. Однако в этой местности очень часто трудно отделить нижнесарматские водоносные пласты от среднесарматских, почему некоторые гидрогеологи склонны объединять эти водоносные горизонты в одну водоносную свиту нижнего и среднего сармата. Вода пресная, расходы отдельных буровых скважин достигают 3 л/сек.

В районе рр. Буга и Днестра имеются скважины, использующие воду из нижнего сармата, например в Варваровке на Буге, в Балте и Бирзуле в бассейне Днестра. Кроме того, из этого же водоносного горизонта, представленного известняками, используется вода многочисленными колодцами в г. Ананьеве и в других населенных пунктах этого края. Здесь водоносный горизонт считается обильным; напор понижается в направлении на юго-восток. Площадь его питания лежит в пределах Подольско-Волынского плато. Может быть, водоносность сарматских отложений в районе г. Ананьева объясняется тем, что р. Кодыма не дренирует толщи нижнего сармата, восточнее же этот водоносный горизонт дренируется местными речными системами.

б) Среднесарматский горизонт эксплуатируется на пространстве между Днепром и Днестром, а также в Молдавии, в ряде буровых скважин, начиная от Николаева на Днепре до Тирасполя на Дне-

стре и далее до Оргеева и Белецкой степи в Молдавии. Качество этих вод считается средним. Плотный остаток иногда падает до 200 мг/л, pH не превышает 7,6; средний плотный остаток 0,8—1 г/л; жесткость в отдельных пунктах колеблется от 14,5 до 30°. Даже в пределах сравнительно небольшой площади качество воды довольно сильно колеблется. Нередко, особенно на западе, преобладает сульфатная жесткость. Так, например, в различных колодцах Тирасполя наблюдается общая жесткость от 22 до 29°. В Причерноморской полосе воды соленые (Одесса, Николаев). Средние расходы в Приднестровье (3—5,5 л/сек) несколько выше, нежели в Мелитопольщине (2—4 л/сек). Нередко даже близко расположенные буровые скважины одинаковой конструкции дают различные расходы.

В Крыму на Тарханкутском плато воды пресные.

Верхний сармат в районе Днепра представлен глинами и мергелями общей мощностью до 18 м. По направлению к западу мощность увеличивается за счет увеличения количества глинистых и песчаных пластов; на самом западе в бассейне Днестра, например у Тирасполя, опять начинают преобладать известняки. Но в Молдавии (возвышенность Кодры) верхний сармат преобладающе сложен глинами, дающими грандиозные оползни на перевале Днестр — Прут. Полагают, что верхнесарматские отложения наиболее бедны водой на востоке и наиболее обильны в бассейне Буга, в особенности в правобережье последнего. В Приднестровье в верхнем сармате нередко наблюдают несколько разобщенных водоносных горизонтов. При довольно хорошем водообилии (в Херсоне, Николаеве скважины дают до 12—15 л/сек) воды верхнего сармата обычно обладают питьевыми качествами; в редких случаях на западе плотный остаток их превышает 0,8—0,9 г/л, чаще держится около 0,5 г/л и менее; на востоке плотный остаток достигает 3—7 г/л.

Меотический водоносный горизонт развит в меньшей степени, нежели сарматский. Здесь воды приурочены к раковинным и оолитовым известнякам, которые распространены на востоке. В области Днепра меотические отложения имеют небольшую мощность, которая увеличивается по направлению на запад, где в этой толще появляется прослойка песка и песчаника. В области Буга в разрезах меотической толщи преобладают глины. Южнее Николаева глины замещаются песками. Еще западнее в области Одессы меотические отложения нацело сложены глинами. В связи с такой фациальной изменчивостью меотических отложений водоносность их чрезвычайно непостоянна. Во многих случаях вода встречается лишь спорадически в песчаных прослойках и используется для местных нужд колодцами, иногда довольно глубокими. Постоянный меотический горизонт развит в широкой полосе, охватывающей как южное Причерноморье, так и северный Крым от Днепро-Бугского лимана до Азовского моря. В общем количественно вода меотических отложений довольно скудна, но по качеству приемлема для питья. Известны крупные родники в районе, прилегающем к Бугу. Так, например, весьма обильны выходы родниковых вод (родники Богоявленские), из которых некоторые дают 25—35 л/сек воды и более. Жесткость этих родниковых вод около 15°.

Плотный остаток меотических вод редко превышает 1 г/л, обычно колеблется от 0,3 до 0,6 г/л. Иногда значительна сульфатная жесткость.

Наибольшие расходы наблюдаются в осевой части впадины, в Присивашье, а также в северном Крыму. В Мелитопольщине удельные расходы около 0,5—5 л/сек. Нередко одновременно используются воды меотиса и понта или меотиса и сармата. В последние годы меотические воды широко используются для орошения полей наряду с водоснабжением населенных мест.

Понтические отложения водоносны почти на всем протяжении их распространения. Этот водоносный горизонт обыкновенно характеризуют как «поразительно постоянный», однако в некоторых случаях понтические оолитовые известняки бывают безводными, а именно тогда, когда они дренированы овражными и речными системами. Понтические отложения, по мере продвижения с севера на юг, постепенно уходят под уровень моря. В связи с этим можно выделить, как к северу от широты Херсона, так и в южной части степного Крыма, обширную область, где понтические воды имеют характер грунтовых (нисходящих). Артезианские понтические воды развиты в осевой части впадины. На севере воды понтических отложений используются шахтными колодцами. На побережьях Черного моря в некоторых случаях наблюдается даже самоизлив понтических вод, но исключительно только по низменным побережьям сивашей, соленых озер и моря, а также на днищах приморских «подов».

Качество воды изменяется к худшему по направлению с севера на юг: в районе неглубокого залегания горизонта в шахтных колодцах вода мягкая (плотный остаток 500 мг/л, pH до 7,6), в районе артезианских колодцев она жесткая, но вполне годна для питья (плотный остаток до 2500 мг/л) и только в присивашском районе вода понтических известняков иногда горько-соленая (до 176 мг/л магния).

На пространстве между Днепром и Днестром понтические отложения залегают волнисто при общем падении пластов с севера на юг и при волнистости с востока на запад. Поэтому понтические отложения то исчезают под уровень моря, то образуют обрывы выше уровня воды. В связи с этим и водоносность их неодинакова. Количественных характеристик водообилия почти нет, имеются только качественные указания на обилие вод понтических отложений. Так, например, в Одессе родники (фонтаны) дают расходы до 1,5—2 л/сек, примерно такие же расходы наблюдаются в противооползневых штольнях.

Артезианские буровые скважины дают (Скадовск, Цюрупинск) от 2—3 до 25—27 и даже до 33 л/сек (Чонгар).

Из коренных отложений можно еще указать на **водоносность киммерийских толщ,** представляющих сложный комплекс песков и глин зеленовато-серого цвета с прослоями железистых песчаников (табачный камень — по цвету песчаника). Если вода киммерийских отложений приурочена к табачным камням, она более или менее пресна (плотный остаток менее 1 г/л) и обильна (расходы до 0,8 л/сек), но часто с железистым привкусом. В остальных же случаях эти воды обыкновенно солоноваты. Есть указания на то, что иногда воды понтических отложений сливаются с водами киммерийских и тогда качество первых значительно ухудшается.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ

Все водоносные горизонты Причерноморского артезианского бассейна обладают областями питания как по северной окраине этого бассейна, так и по южной (Крымской). Почти во всех случаях на крайнем севере и юге артезианского бассейна есть нисходящие воды, используемые шахтными колодцами, и только постепенно, по мере погружения данного водоносного горизонта под водоупорные толщи, он переходит в восходящий или артезианский водоносный горизонт, нередко теряя свою хорошую качественную характеристику (с точки зрения водоснабжения и орошения), что не исключает в некоторых случаях возможности использования «плохих» вод для лечебных целей.

Попытки выяснения динамических и статических запасов подземных

вод в пределах Причерноморской впадины оказываются весьма затруднительными вследствие того, что фациальные изменения пород, слагающих эту впадину, еще недостаточно точно выяснены. Кроме того, и условия залегания их весьма своеобразны в связи с часто имевшими место эпирогеническими колебаниями. Поэтому даже таких приближенных подсчетов, какие существуют для Днепровской впадины, в отношении Причерноморской еще не сделано.

Районирование Причерноморской впадины произведено К. И. Маковым только для пространства, которое располагается между Азовским морем и приблизительно меридианом ст. Раздельная, находящейся к северо-западу от Одессы.

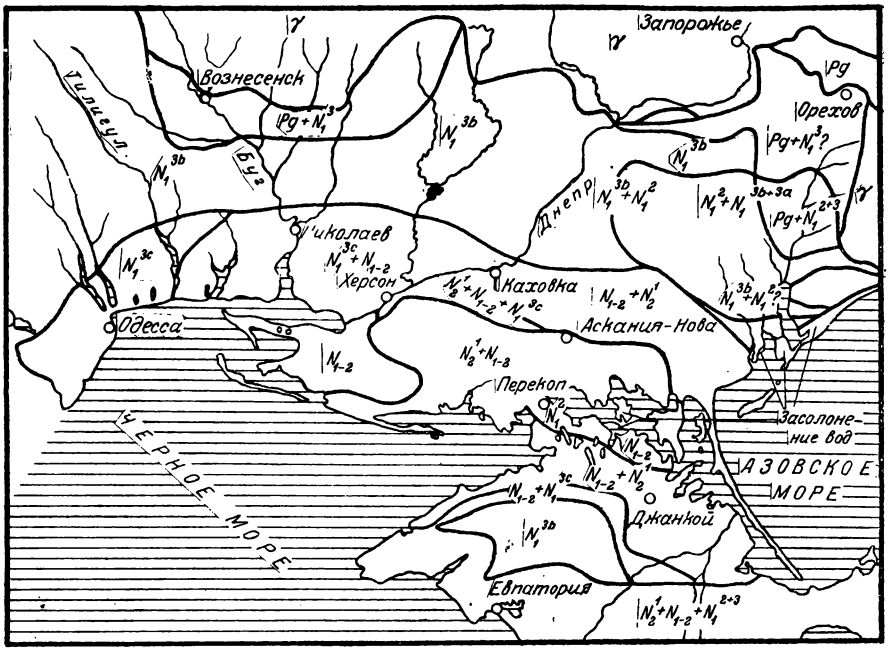


Рис. 47. Схематическая карта гидрогеологических районов Причерноморья (по К. И. Макову)

К. И. Маков на своей карте (рис. 47), характеризуя водоносные толщи в пределах какого-либо района геологическими индексами, на первом месте ставит те индексы, которые соответствуют водоносным горизонтам, имеющим преимущественное значение для данного района. Для той части Причерноморской впадины, которая охватывает Бессарабию, верховья Днестра и Прикубанскую депрессию, районирование еще не проведено так детально, как это сделано К. И. Маковым для остальной площади. В целом на пространстве этой впадины можно, помимо тех районов, которые установлены и выражены на картах К. И. Макова, прибавить еще и ряд других районов, описываемых ниже.

1) Если двигаться с северо-запада на юго-восток, то первым из этих районов будет район, охватывающий верховья Днестра, примерно от Могилев-Подольского до Буковины. Сюда входят южные части Подолии, часть Молдавии и на самом севере — некоторые небольшие участки Волыни и Буковины.

Для этого района характерно присутствие силура, залегающего на гранитах и перекрытого сеноманскими и туронскими отложениями. Наиболее молодыми породами, покрывающими эту последнюю свиту, являются отложения второго средиземноморского яруса, к которым приурочены своеобразные рифовые полосы, вытянутые в меридиональном направлении. Одна из них расположена в северной части Бессарабии, тянется от кристаллического массива до р. Прута и известна под именем «толтровой», или «стынковой», полосы. Две другие полосы проходят южнее вдоль Днестра и доходят до устья р. Быка.

Основными здесь являются водоносные горизонты: а) в силуре этот горизонт редко используется буровыми скважинами и частично дает родники; б) в сеномане дает довольно обильные родники в Приднестровье как по главной реке, так и по впадающим в нее притокам и оврагам; в) во втором средиземноморском ярусе.

Из них только водоносный горизонт в силуре обладает местами более или менее значительными напорами; водоносные горизонты в верхнемеловых и средиземноморских породах по существу нисходящие. В полосе «стынков», или «толтр», известно довольно большое количество родников, широко используемых местным населением и приуроченных к контакту этих рифовых образований с нормально залегающими отложениями средиземноморского яруса.

2) Приблизительно южнее широты Могилева и примерно до широты г. Оргеева располагается так называемая Белецкая степь в Молдавии, в которой силур уже не выходит на дневную поверхность в пределах долины Днестра, но сеноман еще дает на всем протяжении этой реки хорошие обнажения, тянущиеся вниз по реке несколько далее г. Сороки. Здесь средиземноморские отложения перекрыты нижним и средним сарматом, к которым приурочены наиболее используемые водоносные горизонты за пределами долины Днестра.

Все водоносные горизонты неогена и мела дают доброкачественную питьевую воду несколько повышенной жесткости, причем воды нижнего сармата иногда обладают довольно большим количеством сероводорода, который, однако, не снижает питьевых качеств воды, так как быстро поддается аэрации.

3) Далее к югу распространяется район Молдавских «кодр» (перевальных высот) между Днестром и Прутом. Здесь меловые отложения погребены уже значительно ниже уреза Днестра, а перевальные пространства сложены мощными толщами верхнего глинисто-песчаного сармата, содержащего ряд межпластовых водоносных горизонтов. Выклиниваясь на склонах речных долин и оврагов, они вызывают интенсивные оползни. Воды сармата и средиземноморского яруса извлекаются буровыми скважинами и более жестки, нежели в предыдущем районе. В буровых скважинах Кишинева между неогеном и верхним мелом залегает толща палеогена крымского типа (с нуммулитами).

По направлению к югу «кодры» обладают заметным падением, и высокоприподнятая холмистая область «кодров» сменяется равниной, известной под именем Буджакской степи.

4) В Буджакской степи основным водоносным горизонтом, воды которого широко использует население, является водоносный горизонт, приуроченный к степным известнякам; существующие здесь буровые скважины (в Белграде и других местах) до настоящего времени не дали особенно ценных результатов. Грунтовые воды солоноваты. По дну балок встречаются довольно многочисленные пятна выцветов солей, тем более обширные, чем ближе к югу.

Буджакская степь ограничена на юге Дунаем и Черноморским побережьем, вплоть до Днестровского лимана. Разведочные работы последних лет показали, что здесь наблюдается переход от платформенной структуры к предгорному прогибу и существенно меняется глубинная литология и стратиграфия.

Глубокие опорные скважины, заложенные между Дунаем и Днепром, вскрыли ряд соленых водоносных горизонтов в нижнетретичных, мезозойских и палеозойских породах, но кристаллического фундамента не достигли.

5) На северо-восточных окраинах Причерноморской впадины выделяется район, главным образом тяготеющий к долинам рр. Конки и Молочной, с восточными притоками последней, в которых преимущественно используются воды палеогена и неогена. Налегающие здесь на кристаллические породы палеогеновые толщи либо безводны, либо маловодны. Предположительно можно использовать воды из меловых отложений.

К западу от долины Молочной гораздо шире используется второй средиземноморский горизонт, который не особенно постоянен, так как песчаная фация толщи довольно часто сменяется глинистой. На наиболее повышенных междуречных пространствах некоторое значение придается сарматским водам, которые, однако, во многих случаях содержат не межпластовую, а грунтовую воду.

Наконец, на очень небольшом протяжении (между сс. Пришиб и Федоровка) из шахтных колодцев используется вода понтического горизонта, которая, однако, не всегда удовлетворительна. Покровные толщи лёссовидных суглинков содержат сильно минерализованную воду и в малых количествах. Только аллювиальные отложения в пределах более крупных речных долин Молочной и Конки водоносны.

6) В следующем к востоку—Приазовском районе преимущественно используются палеогеновые воды и воды второго средиземноморского яруса, причем первые из них рассматриваются как основные. Воды же второго средиземноморского яруса благоприятны только в случае использования их из песчаной фации. Нижний и средний сармат, представленные также песками, в этом районе, возможно, заключают в себе один общий со вторым средиземноморским ярусом горизонт. В пределах этого района, в его юго-западном углу, на первом месте выделяется нижнесарматский водоносный горизонт, а на остальном пространстве на первом месте стоит средиземноморский. Предположительно высказывается суждение о возможности использования в этом районе как меловых вод, так и вод, заключенных в понте и аллювии рек.

7) На территории между Вознесенском и Новым Бугом, которая располагается на северо-западной окраине впадины, основной горизонт заключен в песчаных отложениях палеогена; важны также воды в продуктах разрушения кристаллических пород. На междуречных пространствах некоторое значение приобретают верхнесарматские воды, напоры и расходы которых невелики. В пределах речных долин последняя толща размыта или сильно дренирована, но источники нередки и широко используются населением. Водоносность понтических и меотических отложений ничтожна.

8) Центральную часть Приазовского района, располагающуюся на восток от Молочного лимана, занимает площадь распространения второго средиземноморского водоносного горизонта, для данной местности основного. Расположенные ниже воды олигоцена сильно засолены, а прикрывающие толщи сармата и киммерийских отложений наряду с этим также и чрезвычайно мало водоносны. По представлениям К. И. Макова, второй средиземноморский горизонт является существенным

для Перекопского перешейка, так как все остальные водоносные горизонты здесь сильно засолены, причем и средиземноморские отложения содержат воду значительно более высокой минерализации, нежели на севере.

9) На площади Мелитопольщины, вдоль окраины Азовской кристаллической глыбы, а также на северо-западе от предыдущего района располагается район преимущественного использования вод второго средиземноморского и нижнесарматского водоносных горизонтов. Для этого района типично развитие второго средиземноморского яруса, а также нижнего и среднего сармата, которые обыкновенно содержат воды довольно хорошего качества, за исключением района колхоза Переможцы, где воды второго средиземноморского яруса засолены.

На окраине Азовского кристаллического массива преобладающее значение имеют воды в нижне- и среднесарматских отложениях. Только в немногих пунктах на западе предположительно имеет значение водоносный горизонт киммерийских отложений, а северо-западнее от него — понтических отложений.

10) К югу и западу от предыдущего района развит второй средиземноморский водоносный горизонт, используемый рядом буровых скважин; однако некоторые из последних встретили глинистые мелкозернистые пески, что указывает на небольшую благонадежность этого водоносного горизонта. Водоносный горизонт в сарматских известняках, имеющий здесь повсеместное значение, обладает малой водоносностью. Что касается вышележащих горизонтов верхнего сармата, меотиса и понта, то они имеют характер нисходящих вод, залегают очень неглубоко и рекомендуются к использованию их шахтными колодцами.

11) Наибольшую часть Причерноморской впадины занимает район, располагающийся полосой от долины р. Молочной через площадь Большой Белозерки — Большой Лепетихи — Березноватое на Висуни и Березовки на Тилигуле; эта полоса протягивается до западных окраин впадины, достигая Днестра. Основное значение на этой территории имеет среднесарматский водоносный горизонт, который также развит у Молочного лимана и на Тарханкутском плато. Подстилающие сармат отложения второго средиземноморского яруса и лежащие выше киммерийские отложения обладают соленой водой. Очень малым числом буровых скважин достигнут водоносный горизонт палеогена, но он пока не охарактеризован. Верхний сармат и меотис представлены как известняковыми, так и глинистыми отложениями; они залегают на повышенных местах и содержат слабо напорную воду; водоносный горизонт в них сильно дренирован притоками Днестра и Ингульца. Воды среднего сармата наиболее обильны, но обладают небольшим напором. На повышенной части Тарханкутского плато сарматские известняки перекрыты известняками меотиса и понта, которые весьма сильно дренированы и поэтому либо маловодны, либо совершенно безводны.

12) В районе, прилегающем к Одесским лиманам, развит верхнесарматский горизонт — единственный водоносный горизонт, пригодный для использования, так как подстилающие его среднесарматский, средиземноморский, палеогеновый и меловой горизонты содержат соленую воду. Меотические глинисто-песчаные отложения мало водоносны в силу частых фациальных смен песка и глины. Понтические известняки водоносны, дренированы оврагами, воды их используются только шахтными колодцами. Выходы этих вод на поверхность — родники — носят в этой местности, как и всюду в Причерноморье, название «фонтанов». В некоторых местах воды понта солоноваты.

13) Обширен район использования вод верхнесарматского и меотиче-

ского водоносных горизонтов, причем то один из них, то другой имеют для того или иного места преобладающее значение. Этот район также протягивается от Тилигульского лимана на западе до Геническа на востоке, а также охватывает и северо-восточную окраину Тарханкутского плато. Имеется ряд скважин, которые используют воды, залегающие ниже верхнего сармата, но они дают соленую воду.

В районе Николаева среднесарматские отложения глубже отметки —25 м (абс.) содержат соленую воду. По-видимому, соленую воду содержат нижнесарматские и средиземноморские отложения. Отмечают, что к западу от Днепра преобладающее значение имеют верхнесарматские воды, а к востоку от него до Геническа — меотические, но при этом следует принять во внимание, что в низовьях Днепра оба эти горизонта настолько тесно сливаются фациально, что отделить их очень трудно; их почти всегда эксплуатируют совместно.

На пространстве между Бугом и Днепром пока нет еще скважин, которые вскрыли бы более низкие пресные водоносные горизонты. Для местных нужд в западной части этой полосы используются нередко слабо напорные воды, заключенные в понтических известняках, используемые при помощи шахтных колодцев. В долине Днепра широкое распространение имеют аллювиальные воды.

В восточной части района воды верхнего сармата и меотиса солоноваты или солены, однако другие водоносные горизонты здесь пока не установлены.

14) В Присивашье (Крым), а также в пределах Голопристанского и Скадовского районов развит горизонт меотических вод. В Голопристанском районе этот водоносный горизонт перекрывается песчаными толщами плиоцена, содержащими соленую воду, а понтические отложения отсутствуют.

В 1938 г. была пробурена первая скважина, которая проникла ниже меотиса и получила (по данным бурового журнала) пресную воду из сармата (К. И. Маков). Последующие разведочные работы существенно дополнили гидрогеологические сведения об этом районе. В Крымском Присивашье в сармате вод вовсе не обнаружено, а в понте и средиземноморских отложениях встречены соленые воды.

15) Обширную площадь в Присивашье занимает район использования вод меотических и понтических водоносных горизонтов, с преобладанием в одних случаях первого, в других — второго. Нередко они образуют общий напорный горизонт, практически трудно различимый. Скважин, которые проникли бы глубже этих водоносных горизонтов, очень мало, причем некоторые из них, проведенные до палеогена, не встретили пресных водоносных горизонтов. Однако и здесь бурение последних лет дало много нового, существенно дополняющего прежние представления.

В Крыму, в районе развития меотических и понтических вод есть несколько скважин, достигших средиземноморских отложений, в которых была встречена вода на значительной глубине в несколько сотен метров. Это затрудняет широкое использование данного водоносного горизонта. На северо-восточных окраинах Крыма, по-видимому, большое значение могут иметь воды древних галечников Салгира, а также других погребенных долинных галечников и, кроме того, киммерийские воды.

16) Небольшая площадь вдоль северного побережья Азовского моря и центральной части Сиваша отличается тем, что здесь все водоносные горизонты оказались солеными. Только в древнеантропогеновых отложениях и в песках кос и отмелей используются необильные грунтовые воды.

17) По южным окраинам Причерноморской впадины распространены водоносные горизонты — средиземноморские, сарматские, меотические и понтические, причем в западной части этой территории имеют особенно большое значение воды меотиса и понта, а в Евпатории также и среднего миоцена. В центральной части широко используются воды второго средиземноморского яруса, а также сармата и меотиса, а в восточной части наибольшее значение приобретают воды, заключенные в меотисе, понте и киммерийских отложениях. Кроме того, здесь некоторое значение могут иметь грунтовые воды древнеаллювиальных отложений в пределах речных долин.

18) Собственно за северной границей Причерноморской впадины, уже в пределах южных выходов на дневную поверхность кристаллических пород Азово-Подольского кристаллического массива, имеются воды, заключенные в коре выветривания этого массива и в его более или менее глубоких трещинах, которым иногда приписывают тектоническое происхождение. Кроме того, здесь местное значение имеют воды палеогена, неогена и антропогена.

19) Прикубанская депрессия представляет особый гидрогеологический район, чрезвычайно сильно отличающийся от всех описанных выше. Этот сложный район может быть также подвергнут некоторому районированию, хотя водоносные горизонты приурочены исключительно к антропогеновым отложениям. Более подробно этот район будет описан ниже.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ

Для Причерноморской впадины в целом характерно то, что здесь почти нет водоносных горизонтов, которые были бы в достаточной мере выдержаны на всем протяжении этой впадины от предгорий Карпат до Ставропольского плато. Только немногие из них представляют более или менее выдержанные толщи, как например палеогеновый водоносный горизонт, который известен как вдоль долины Молочной, так, предположительно, и сплошным слоем на запад от нее.

Средиземноморский водоносный горизонт, имеющий, как можно думать, сплошное распространение от г. Осипенко до нижнего течения Днепра и известен также в Северном Крыму, предположительно распространяется и на запад от Днепра; однако средиземноморские отложения Подолии и Молдавии представляют обособленную гидрогеологическую единицу. Это же можно сказать и относительно сарматских водоносных горизонтов, которые имеют широкое развитие как в бассейне Днепра, так и в бассейне Днестра. Наконец, меотическая и понтическая водоносные толщи точно так же развиты на больших пространствах Причерноморья.

В некоторых местах наблюдается как бы расчленение водоносных горизонтов на отдельные линзы или пропластки, более или менее обширные, которые как будто бы не имеют между собой гидравлической связи. Такое расчленение предполагается в отношении меловых, палеогеновых и средиземноморских отложений для некоторых частей впадины; подобные условия наблюдаются для сармата на пространстве между меридианами Одессы и Николаева и для меотиса — к северу и северо-востоку от Одессы и т. д. В некоторых случаях водоупорные горизонты развиты на больших площадях, так что буровые скважины встречают, как говорит К. И. Маков, «многоэтажный комплекс водоносных горизонтов». Подобные разрезы были установлены глубокими буровыми скважинами и в районе Одессы, Вознесенска, Николаева и т. д.

В других случаях ряд стратиграфически обособленных толщ обладает

общим водоносным горизонтом, как это установлено буровыми скважинами в Херсоне, где таким образом объединены водоносные горизонты в понте, меотисе и сармате. Характерно то, что доантропогеновые отложения Причерноморья на водоразделах иногда прикрыты весьма вязкими плотными красно-бурыми глинами или лёссовидными суглинками, настолько глинистыми, что их можно считать водоупорными. Только в области Присивашья и в некоторых других пунктах в Мелитопольщине под суглинками еще развиты древнеаллювиальные песчанистые толщи. В пределах речных долин породы неогена иногда лежат непосредственно под почвой.

Нередко области питания отдельных водоносных горизонтов как бы закупорены благодаря трансгрессивному залеганию отдельных свит неогена друг на друге, причем глинистые породы перекрывают песчаные. Такого рода картина рисуется для залегания второго средиземноморского яруса, а также для бучакских и меловых водоносных горизонтов, которые перекрыты глинами более молодых отложений. В области крупных магистральных рек речные и овражные системы расчленяют плоскую полого падающую к морю равнину иногда на довольно обособленные глубоко дренированные участки, что ведет к разделению сплошного водоносного горизонта на ряд более или менее изолированных площадей, вследствие чего его гидрогеологические условия существенно изменяются.

Угол падения всех отложений, направленный в сторону Черного моря, ничтожен, измеряется долями градуса.

Следует также подчеркнуть и то обстоятельство, о котором говорилось выше, что в настоящее время мы имеем приподнятыми все северо-восточное крыло и крымскую часть этой впадины; ее осевая часть погружена, так же как погружены и крылья этой впадины на пространстве к западу от Крыма в сторону Одесского лимана и к востоку в сторону Кавказа.

В связи с этим находится и распределение пьезометрических уровней; наиболее низкие из них приходятся к осевой части впадины. Но подобные соотношения не всегда имели место. Полагают, что только глубокие части области Сиваша образуют бессточный бассейн подземных вод, располагающийся между районами с повышенными отметками пьезометров. Общий сток подземных вод от северных окраин к югу, по-видимому, весьма ничтожен, что может быть подтверждено представлениями о среднем уклоне пьезометрической поверхности, который достигает здесь величины 0,0005. Эта величина, по мнению К. И. Макова, представляется несколько преувеличенной, почему он и думает, что общие условия передвижения подземных вод в пределах Днепровско-Донецкой впадины с ее незначительным наклоном отдельных свит, очень близки к тому, что имеется в пределах Причерноморской впадины. Во всяком случае можно думать, что в пределах современной Причерноморской впадины происходит дренирование подземных вод исключительно речными системами, которые сейчас и являются основными областями стока подземных вод.

Химизм подземных вод в пределах Причерноморской впадины изменяется территориально весьма закономерно. Концентрированные и сложно минерализованные воды располагаются в приосевой части впадины, где они занимают крупные массивы. На крыльях впадины развиты пресные воды. Исследования К. И. Макова показали, что чем древнее водоносный горизонт и чем он глубже залегает, тем на большей площади он засолен. Вместе с тем отмечается существенное различие состава (минерализации) вод в приосевой части впадины и на ее крыльях. В приосевой части наблюдается определенное преобладание хлористо-натриевых вод, тогда как на крыльях этой впадины преобладают карбонатные и сульфатные воды. Это связано с различной историей движения воды в приосевой и окраинной частях впа-

дины. Глубокие буровые скважины показывают иногда переслаивание пресных и сильно минерализованных водоносных горизонтов. Состав вод различных водоносных горизонтов по вертикали весьма изменчив. Следует отметить, что и воды антропогеновых отложений также сильно засолены. Это касается и вод в лёссовидных породах и в других глинистых толщах антропогена. Нередки случаи, когда пресные воды, имеющие в кровле водоупорные красно-бурые глины, вверх по разрезу сменяются водами солеными. Однако в других случаях можно заметить, что пресные воды сменяются по вертикали солеными без видимой водоупорной прослойки. Последнее обстоятельство может свидетельствовать о чрезвычайно ничтожной скорости диффузного смешивания подземных вод разной солености, как это было еще отмечено в конце прошлого века в отношении дюнных побережий и песчаных островов Атлантики.

Для характеристики состава подземных вод некоторых районов и распределения водоносных горизонтов приводим таблицы (17 и 18).

Оценивая геологические возможности питания водоносных горизонтов, К. И. Маков намечает схему, состоящую из двух зон питания и зоны дренирования:

«а) зона возможного питания водоносного горизонта, соответствующая водораздельному пространству с большой мощностью красно-бурых глин и лёссовидных суглинков; б) зона современного питания, соответствующая придолинным участкам плато; в) зона дренирования, соответствующая долинам рек».

В результате получается как бы два круговорота воды в пределах отдельных участков северо-западного крыла впадины. Первый — это малый круг движения воды, в котором атмосферная влага частью просачивается в виде осадков в толщи пород придолинной зоны плато, частью конденсируется. Дальше она проникает в водоносный горизонт, выступает в виде источников в долинах рек, испаряясь затем обратно в атмосферу. В отличие от этого второй, большой круг движения воды имеет следующий путь: атмосферная влага просачивается в толщи пород водораздела, поступает в водоносный горизонт, движется от водораздела в долины рек, затем выступает родниками в речных долинах и испаряется в атмосферу.

Во втором случае путь воды осложняется по сравнению с первым и, возможно, он существует только на отдельных немногих участках, так как почти горизонтальное залегание водоносных горизонтов и небольшая разность напоров не могут создать заметных скоростей движения подземных вод от водораздельных пространств к придолинным участкам.

КУБАНСКАЯ ДЕПРЕССИЯ

Часть Причерноморской впадины, располагающаяся между Азовским морем и Ставропольским плато, представляет в гидрогеологическом отношении обособленный район, известный под именем Кубанской депрессии, которая противопоставляется Кумско-Терской депрессии, располагающейся к востоку от Ставропольского плато и входящей в состав обширной и сложной Прикаспийской впадины.

Кубанская депрессия ограничена на севере Манычем и нижним течением Дона, на востоке — верхним течением Егорлыка до с. Егорлык, а далее линией, идущей примерно через селения Успенское, Горькобалковское, Новоманычское; на востоке границей впадины можно считать линию, намечающую распространение третичных и меловых пород, а на западе — берега Черного и Азовского морей.

Таблица 17

Состав подземных вод Причерноморской впадины

Район \ Возраст	Антропоген	Верхний плиоцен	Средний плиоцен	Понт	Меотис	Верхний сармат	Средний сармат	Нижний сармат	Средне-земно-морский ярус	Палео-ген	Мел
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Одесса	слн [1]	—	—	оч слн [1]	слн	пресн	слн	слн	слн	слн	слн
Березовка — Завадовка	слн, пресн [2]	—	—	?	пресн	пресн	пресн	?	?	слн	—
Вознесенск	терраса слн водораздел пресн, слн	—	—	?	пресн	—	пресн	—	—	пресн	—
Карл-Либкнехт	слн и слнв [3]	—	—	пресн	пресн	пресн	пресн	?	?	?	?
Николаев	слн, пресн	слн	—	оч слн	пресн	пресн	слн	слн	?	?	?
Снигиревка	слн, пресн	—	—	—	пресн	пресн	пресн	?	слн	слн	?
Апостолово	слн	—	—	—	—	—	пресн, слн	?	?	?	—
Берислав	слн, пресн	—	—	оч слн, пресн	пресн	пресн	пресн	?	?	?	?
Голая пристань и Скадовск	слн	слн	—	пресн	пресн	пресн	пресн	?	слн?	слн?	?
Армянск	слн	слн	слн	слн	?	?	?	?	слнв	?	?
Ново-Троицкое	слн	слн	—	пресн	пресн	?	?	—	пресн	?	?
Ново-Алексеевка и Геническ	слн	слн	слн	—	пресн	пресн	пресн	—	слн	слн	?
Чонгар	слн	слн	слн	пресн	пресн	пресн	?	—	?	?	?
Кирилловка	слн	слн	слн	—	—	слн	слн	—	слн	?	?
Мелитополь	слн	слн	слн	—	—	—	—	пресн	пресн	пресн	?
Белозерка, Васильевка	слн	слн	—	пресн	—	пресн	пресн	пресн	пресн?	пресн	?
Приазовье	слн	слн	слн	—	—	—	пресн	пресн	пресн	слн	?
Осипенко	слн, пресн	слн	слн	—	—	—	слн	слн	слн	слн	слн
Таганаш	слн	слн	слн	слн?	пресн	?	?	?	пресн	?	?
Курман-Кемельчи	слн, пресн	слн, пресн	—	пресн?	пресн	пресн	пресн	пресн	пресн	?	?

[1] слн — соленая вода.
[2] пресн — пресная вода.
[3] слнв — солоноватая вода.
[4] оч слн — очень соленая вода.

Таблица 18

Сравнительная характеристика солевого состава вод океана, Азовского моря и некоторых водоносных горизонтов Причерноморской впадины

№ п/п	Ионный состав	Океаническая вода	Воды Азовского моря у Геническа	Одесса. Холодн. Балка, глуб. 621 м верхний мел	Осипенко, с глуб. 408,1 м палеоген + верхний мел	Кирилловка, с глуб. 206,9—215,8 м неоген (среднеземноморские отложения)	Северный (восточный) Сиваш	Кирилловка, с глуб. 125,54—139,86 м сармат	Колония им. Шевченко скв. УГТ № 42, с глуб. 241,5 м верхний палеоген	Атманай, сармат	Алгазытюба, сармат	Перекоп сармат
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Na + K (экв. %) . . .	39,31	39,14	39,4	41,7	42,36	39,76	46,66	44,3	44,46	47,92	47,25
2	Ca » . . .	1,72	2,25	6,1	4,0	4,0	1,69	1,41	3,20	3,54	0,87	1,32
3	Mg » . . .	8,95	8,61	4,5	4,3	3,74	8,55	1,93	2,50		1,21	1,43
4	Cl » . . .	45,10	44,31	49,51	46,20	48,72	44,65	46,81	40,8	23,77	46,74	49,82
5	SO_4 » . . .	4,63	4,83	0,47	2,15	0,10	4,82	0,77	6,1	0,0	0,25	0,18
6	HCO_3 » . . .	0,20	0,86	0,02	1,65	1,18	0,53	2,42	3,1	26,33	3,01	0,0
7	Плотный остаток (в мг/л)	35 000,0	11 268,0	53 790,0	44 998,0	20 880,0	20 880,0	7 214,0	5 754,0	4 474,0	3 800,0	3 604,0

С точки зрения геоморфологических особенностей, здесь выделяют 5 районов (А. Н. Семихатов), а именно:

«1. Предгорный южный район — тянется неширокой полосой вдоль северного склона Кавказского хребта и представляет собой типичный район предгорья. Он пересекается левыми притоками р. Кубани, протекающими часто в узких ущельях, или, по-местному, в щелях.

2. Холмисто-возвышенная равнина юго-восточного района — на юге и юго-западе ограничена предгорным районом, на востоке — областью Ставропольского плато, на севере и северо-востоке Кубанской западиной, с которой она постепенно сливается. Район этот пересекается р. Кубанью и ее левыми большими притоками (Лаба, Уруп, Большой Зеленчук).

3. Кубанская западина — представляет собой идущую примерно параллельно Кавказскому хребту корытообразную низину, по которой проходит

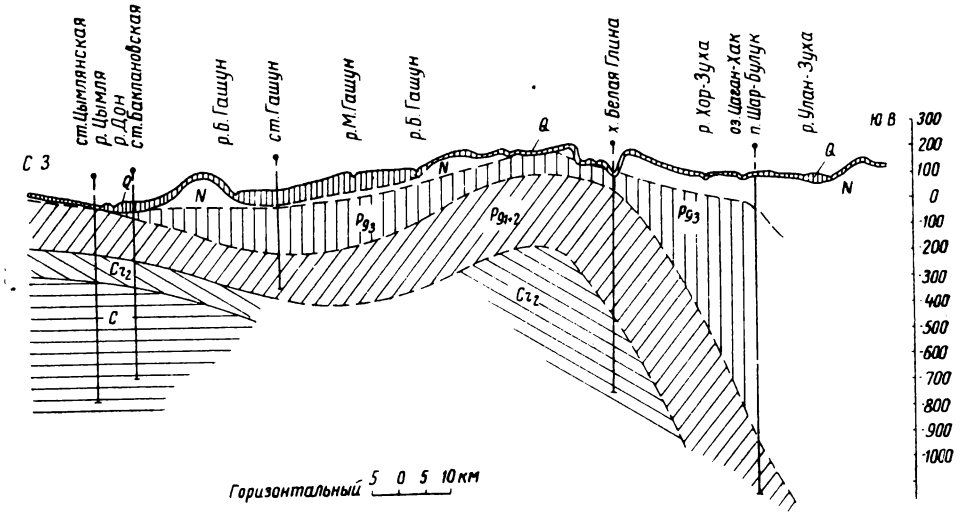


Рис. 48. Геологический профиль по линии ст. Цимлянская — поселок Шар-Булук (по А. С. Гончаровой)

долина р. Кубани. Существенными чертами ее рельефа являются террасы р. Кубани». С. А. Яковлев [92] приводит для характеристики рельефа Кубанской западины следующие цифры: террасы Азовского моря — 2,13—10,67 м, Краснодара — 27,74, у Усть-Лабинской — 40,54, у ст. Тифлисская — 74,68, у ст. Кавказская — 85,34, у ст. Кубанская — 166,42 и у г. Армавира — 192,02 м.

4. Манычская западина — ограничивает Кубанскую область с севера от Ставропольского плато до Дона и представляет собой широкую пологую низину с рядом пресно-соленых лиманов, соединенных иногда протоками.

5. Центрально-Приазовская равнина — занимает значительную площадь Кубанской области и может быть подразделена на две части: западную — более низменную и восточную — более возвышенную. Эти две части отличаются тем, что восточная обладает более пересеченным рельефом.

В геологическом отношении Кубанская депрессия сложена палеогеновыми, неогеновыми и антропогеновыми отложениями.

Свита напластований залегает в пределах Кубанско-Азовской области в виде сравнительно полого падающего в северном направлении моноклинального крыла складки. В различных широтах вертикальные разрезы слагаются из различных свит. Более древние располагаются в предгорном рай-

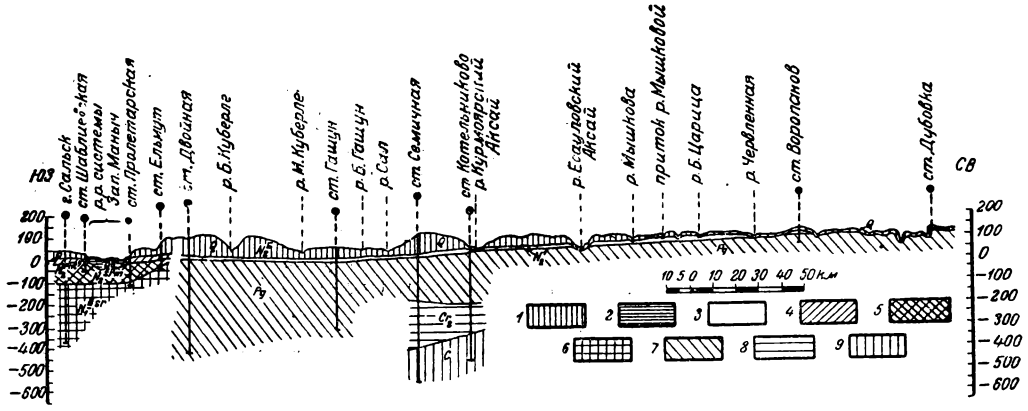


Рис. 49. Геологический профиль по линии г. Сальск — ст. Пролетарская — ст. Дубовка (по А. С. Гончаровой):

1 — антропогеновые отложения — глины; *2* — антропогеновые (каспийские) отложения — глины 3 — ергенинская толща — пески; *4* — понтические отложения — пески; 5 — сарматские отложения — глины, местами пески; *6* — отложения второго средиземноморского яруса — глины; *7* — палеогеновые отложения — глины с редкими прослоями песка, на СВ — пески; *8* — верхнемеловые отложения — песчаники с прослоями песка и глины; *9* — каменноугольные отложения — переслаивание глин, известняков, сланцев и песчаников

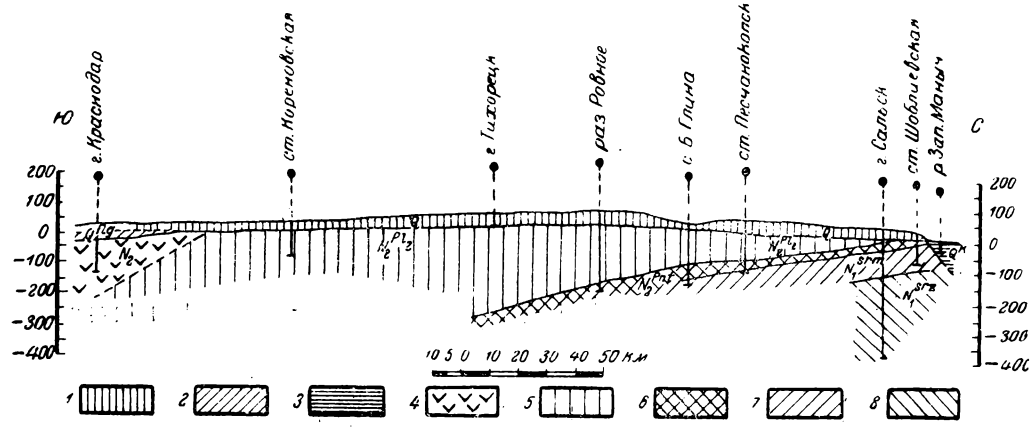


Рис. 50. Геологический профиль по линии Краснодар—Сальск (по И. И. Чеботаревой):

1 — антропогеновые отложения — лёсс; *2* — флювиогляциальные отложения; *3* — древнекаспийские отложения — глины; *4* — верхнеплиоценовые отложения (надрудные слои)— песчано-глинистая толща; *5* — верхнеплиоценовые отложения — переслаивание глин и песков; *6* — верхнеэоценовые отложения (понтический ярус) — пески; *7* — нижнеэоценовые отложения (сарматский ярус)— переслаивание глин, песков и известняков; *8* — нижнеэоценовые отложения (средиземноморский ярус)— переслаивание глин и песков

оне на юге, наиболее молодые лежат в низине. В более молодых толщах этого моноклинального сооружения наблюдается дополнительная складчатость, принимающая иногда характер брахиантиклинальных складок. Подобные складки были отмечены в Нефтяно-Ширванском (Крымском) районе. Обыкновенно оси отдельных брахискладок не совпадают друг с другом, а кулисовидно смещаются.

Гидрогеологические условия коренных отложений Кубанской депрессии мало изучены. На основании литологии свит и условий их залегания можно до некоторой степени представить себе характеристику их водоносности (рис. 48, 49, 50). Некоторые дополнительные данные для суждения по этому вопросу дают местные родниковые воды и данные бурения на нефть.

а) Водоносность палеогеновой свиты более благоприятна в ее низах — в эоцене, где имеются толщи различных то более, то менее рыхлых песчаников, чередующихся с глинами. По-видимому, именно к этим толщам приурочены минеральные источники Псекупского района. А. Н. Семихатов полагает, что вообще воды эоценовой толщи здесь должны быть сильно минерализованными.

б) Фораминиферовая свита, надо полагать, мало водоносная. Имеющиеся сведения о выходах вод из этой свиты на поверхность говорят о том, что эта вода пресная (0,3446 г/л плотного остатка), с довольно низкой температурой — около 8°.

в) Майкопская свита, по-видимому, более водоносна в нижней и средней частях, причем в одних пунктах вода может быть приурочена к прослоям песков и песчаников, а в других — к прослоям песка и галечников.

г) Неогеновая свита в целом сравнительно мало благоприятна для накопления в ней подземных вод. Несколько особняком стоят здесь сарматские и надрудные отложения. В нижнесарматских отложениях, по указанию Н. А. Григоровича-Березовского, можно ждать много нисходящей воды, но жесткой. Эта вода в последние годы довольно интенсивно используется в сельскохозяйственных целях.

д) Верхнесарматские отложения более благоприятны для накопления воды, но отрицательными факторами являются, с одной стороны, наличие гипсоносных пород, вследствие чего воды должны быть сильно минерализованными (высокая сульфатная жесткость), а также и то, что отдельные пласты пород сравнительно быстро меняют свой состав и в горизонтальном и в вертикальном направлениях.

е) В понтических отложениях пресная вода встречена на глубине 250 м в Тихорецкой (А. Н. Семихатов).

ж) Подземные воды в надрудных слоях считаются благонадежными. Они образуют несколько более или менее изолированных водоносных горизонтов, приуроченных к песчанистым пластам свиты. Наибольшее количество скважин, использующих эту воду, имеется в Краснодаре. Сведения о некоторых скважинах вызывают недоумение. Так, например, А. Н. Семихатов приводит следующие сведения: «Штокман и Григорьев для Краснодара указывают две скважины: одну глубиной в 160 м с дебитом 18,8 м³ в сутки с температурой воды 19° и другую — глубиной 146 м с температурой 10°,9».

Странным является резкое различие температур: 19° для 160 м и 10°,9 для 146 м глубины. Таким образом, при различии в глубине 14 м мы имеем изменение температуры в 8°,1 что дает геотермический градиент примерно в 1,8 м на 1°. Обстоятельство трудно объяснимое.

Из этого горизонта извлекается довольно много воды. По данным С. А. Яковлева, в надрудных пластах имеются два водоносных горизонта. Один на глубине 168,3 м мощностью 8,7 м; расход буровой скважины при пробной откачке около 20 л/сек, температура воды 14°,5, плотный остаток 360 мг/л и другой горизонт приурочен к среднезернистому песку на глубине 144—153 м, мощность его 1,5—7,5 м, плотный остаток в воде 335 мг/л.

з) Наиболее изучены подземные воды в антропогеновых отложениях. В самом Краснодаре, по С. А. Яковлеву, развиты три водоносных горизонта: 1) на глубине 62,75 м, расход буровой скважины около 10 л/сек, плотный остаток 310 мг/л; 2) на глубине 89,93 м в глинистом песчанике мощностью 26 м, напор до +7 м, расход около 14 л/сек, плотный остаток 3011 мг/л; 3) в песчано-галечниковой толще долины Кубани, где он залегает на глубине около 20 м и имеет мощность от 18 до 25 м. Этот водоносный горизонт использовался не очень интенсивно: в 30-е годы из него забиралось воды около 10,5 л/сек. По мнению некоторых исследователей, отсюда можно по-

лучить воды значительно больше. По данным С. А. Яковлева, этот горизонт обладает большим водосбором с расположенной к юго-востоку от Краснодара площадью около 16 000 км^2. Галечники обладают весьма незначительным падением, всего около 0,0006. Качество воды из этого горизонта вполне удовлетворительное, причем по мере углубления получается более мягкая вода. Подобный водоносный горизонт был вскрыт и в других районах. По мнению исследователей, подземные воды галечников обладают сравнительно быстрым движением, а режим их находится в теснейшей зависимости от режима реки.

Подземные воды были обнаружены в антропогеновых отложениях и в других пунктах этой области. Так, например, в б. казенном винном складе в Майкопе имеется два колодца, использующих воду из гальки и песка с глубины 4 м. Есть также вода в покровных суглинках. Так, отмечается наличие водоносного слоя в нижней толще суглинков в Ейске на глубине 50 м (плотный остаток 169 мг/л).

В пределах долины Маныча подземные воды обнаружены в континентальной толще антропогена. Она вскрыта скважинами на глубине около 20 м и заключена в плывучих песках.

Интерес представляет собой разрез буровой скважины в Краснодаре при городской гидроэлектрической станции, проведенной в 1910 г. Скважина эта расположена почти на самом берегу Кубани, гипсометрически ниже, если не всех, то большинства скважин Краснодара. Глубина ее 151,20 м. Вода в верхних горизонтах не отмечалась. Впервые она отмечена на глубине 88,45 м, причем водоносный пласт имеет мощность 11,63 м. Вода поднялась на 0,80 м выше поверхности земли и давала самотеком около 3,4 л/сек. Откачка при понижении уровня до 14 м ниже поверхности земли дала около 6,8 л/сек.

Второй водоносный горизонт встречен на глубине 115,34—117,62 м. Вода поднялась на 0,80 м выше поверхности земли. Откачка при понижении уровня до 10 м ниже поверхности земли дала 10 л/сек. Третий водоносный горизонт встречен на глубине 119,30—124, 31 м. Откачка при понижении уровня до 8 м ниже поверхности земли давала около 5,5 л/сек. С 28 декабря 1909 г. по 16 мая 1910 г. проводилась беспрерывная откачка для определения производительности водоносного горизонта. При понижении уровня до 15,28 м ниже поверхности земли получалось около 24 л/сек. Качество воды из этих водоносных горизонтов хорошее: плотного остатка в воде около 350 мг/л. Относительно вод, встреченных еще ниже — на глубине 134,93 и 145,62 м, сведений не имеется. Оборудование скважины неизвестно.

В последние годы в Прикубанской депрессии и особенно в Краснодарском крае проведено много глубоких опорных и разведочных на нефть и газ буровых скважин. Однако гидрогеологические данные, полученные при бурении этих скважин, еще не опубликованы.

XII. МЕЖПЛАСТОВЫЕ ВОДЫ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

В Прикаспийской впадине, как и в Причерноморской, главным образом исследованы свиты палеогена и неогена (рис. 51), носящие, однако, иной характер, нежели в последней, и покоящиеся на очень сложно построенном фундаменте более древних пород мезозоя и палеозоя.

Восходящие (артезианские) воды были вскрыты на пространстве, ограниченном на севере широтной линией, идущей параллельно южному краю Уфимского плато, на западе — венцами, или чинками, правого берега Волги и их продолжением—Ергенями, на востоке — передовыми возвышенностями Уральского хребта и на юге — восточными склонами Ставропольского плато,

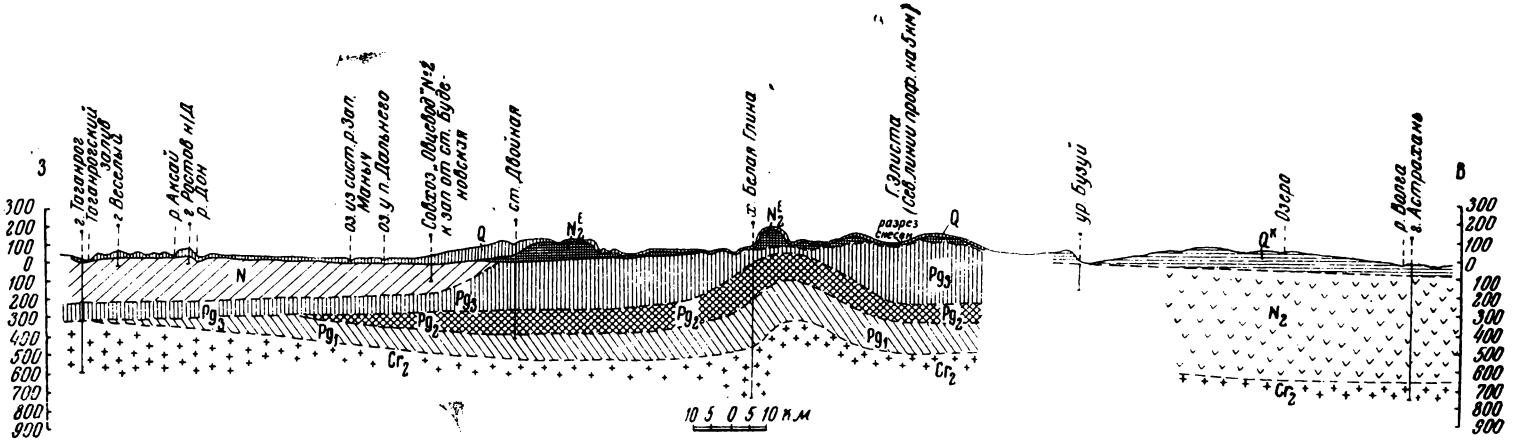


Рис. 51. Геологический профиль по линии Таганрог — Астрахань:

Q — антропогеновые отложения — глины; Qk — антропогеновые (каспийские) отложения — глины; N_2^e — верхненеогеновые отложения (ергенинская толща) — пески, глины; N_2 — верхненеогеновые отложения (акчагыльские, апшеронские и бакинские) — глины с редкими прослоями песка; N — неогеновые отложения — глины с прослоями песка, песчаника; Pg_3 — верхнепалеогеновые отложения — глины; Pg_2 — среднепалеогеновые отложения — глины, местами прослои песчаника; Pg_1 — нижнепалеогеновые отложения — переслаивание глин, песчаников; Cr_2 — верхнемеловые отложения — на западе мел, переходящий книзу в мергели, на востоке переслаивание мела, мергеля и известняка, в районе хутора Белая Глина — глина, переходящая книзу в мергель

северо-восточными склонами Главного Кавказского хребта (бассейны Кумы и Терека) и северными склонами гор Мангис-тау. В пределах последних также были обнаружены напорные воды. Однако эта область, весьма сложно геологически построенная, еще так мало изучена, что в ней не удается выделить какие-либо определенные артезианские бассейны.

На пространствах, примыкающих с севера и запада к Каспийскому морю можно выделить ряд областей.

А. Н. Семихатов описал в северном Прикаспии следующие три области:

1) область сыртовых глин;

2) область южных отрогов Общего Сырта;

3) область каспийских отложений.

Помимо описанных А. Н. Семихатовым областей, здесь можно выделить еще следующие области. Продолжением на восток третьей области является четвертая — Урало-Эмбинская область, на юго-западе на правом берегу Волги—пятая крупная область, получившая название Ергенинской; шестая область — Терско-Кумская депрессия, простирающаяся на севере до Волги, и седьмая — северо-восточные склоны Ставропольского плато.

ОБЛАСТЬ СЫРТОВЫХ ГЛИН

Весьма своеобразный характер носит территория, лежащая по левобережью Волги южнее р. Мочи и до р. Еруслана — область сыртовых глин. Обыкновенно восточной границей распространения сыртовых глин принимают линию выходов коренных (мезозойских) пород.

Так называемая толща сыртовых глин с литологической точки зрения представляет довольно сложный комплекс песчаных и глинистых пород, которые можно разбить на две части. В верхней части различают (считая сверху вниз) три последовательные разности глинистых отложений, а именно:

1) сверху залегают светлые желто-бурые глины, мощность которых достигает 30 м на водоразделах и значительно меньше на склонах;

2) ниже следует толща бурых глин с различными оттенками — серыми, желтыми, коричневыми, мощность которых обыкновенно бывает меньше, нежели мощность предыдущей толщи, и редко достигает 25 м;

3) под ней — красно-бурые глины мощностью до 15 м, которые в нижней своей части иногда сменяются пестрыми или зеленовато-серыми глинами. Этому преимущественно глинистому комплексу противопоставляется комплекс песчанистых отложений, которые лежат ниже и достигают мощности от 20 до 30 м. Пески лишены слоистости, представлены то желтыми слюдистыми, то железистыми разностями. Они переслаиваются с тонкими прослойками глин.

Таков характер сыртовой толщи собственно в ее восточных участках; ближе к долине Волги преобладают пески. Вся эта местность прорезана весьма пологими балками, которые в некоторых случаях углубляются до уровня песков. Песчаные толщи в этой местности и являются водоносными горизонтами.

По качеству вода этого водоносного горизонта обычно бывает неудовлетворительной; во многих случаях она солоновата или даже горько-солена. Однако наблюдаются и пресные воды, причем последние обыкновенно приурочены к долинам балок.

Ф. П. Саваренский [71] для проверки этого положения заложил у с. Лаптевки три скважины. Они показали, что качество вод наилучшее в скважине, сделанной в середине долины, и наихудшее — в скважине,

расположенной на бугре. Вместе с тем и количество воды наибольшее именно в долинной скважине.

Минерализация вод этого района была довольно подробно обследована. Во многих случаях воды в песках обладают значительным напором, местами до 30 м. Наличие напора объясняют тем, что пески на севере занимают более высокое гипсометрическое положение, нежели на юге. Ф. П. Саваренский считает, что на образование напора имеет влияние и способ питания. В этой области, по-видимому, приходится допускать, что питание водоносных горизонтов происходит в более глубоких долинах сухих степных балок, где пески залегают сравнительно неглубоко. На этих участках долин «территориально и генетически с сыртовыми толщами тесно связаны древнеаллювиальные отложения Волги. Представлены эти отложения песками, частью глинистыми, более легко проницаемыми для атмосферных осадков, и вследствие этого здесь должно содержаться значительное количество воды. На это указывает и присутствие постоянной воды в реках, прорезывающих эти отложения. Площадь распространения древнеаллювиальных волжских осадков является и более густо заселенной. При этом, конечно, на густоту заселения оказывала влияние не только близость Волги, но и возможность получения пресной воды с доступных глубин. Вода залегает здесь на глубине 12—20 м и скопляется в песчаных прослойках, обычно довольно мелкозернистых. Вследствие этого дебит колодцев незначителен. Они очень быстро затягиваются песками» (А. Н. Семихатов).

Однако следует заметить, что на этих участках мы уже имеем дело не с напорными водами, а с обычными нисходящими грунтовыми водами.

ОБЛАСТЬ ЮЖНЫХ ОТРОГОВ ОБЩЕГО СЫРТА

Эта область располагается к востоку от г. Новоузенска и протягивается почти до г. Уральска. Эти отроги представляют возвышенную гряду, отдельные высоты которой достигают 200 м и более (абс.). Южнее этой гряды тянется равнина, сложенная каспийскими отложениями, где абсолютные высоты колеблются от 20 до 30 м, а описанная выше сыртовая область, представляющая волнистую равнину, имеет абсолютную высоту примерно около 70—90 м.

По-видимому, наиболее древними установленными здесь в обнажениях породами являются верхненеокомские темно-серые глины, подстилаемые нижненеокомским фосфоритовым горизонтом, залегающим на поверхности верхнеюрских (портланд) пород.

Апт представлен темными глинами. Такими же темными глинами представлен и гольт. По-видимому, между нижним и верхним мелом существует перерыв, так как на нижнемеловых отложениях в местах, подвергавшихся более подробному изучению, обычно залегают различные горизонты сантона. Сенон был вскрыт шурфом только около ст. Осинок, а турон пока нигде не отмечен. Выше кремнистых мергелей сантона следует белый мел кампана. Наконец, по-видимому, венчают свиту верхнего мела голубовато-серые мергеля с обильными остатками мшанок и ежей.

Палеогеновые отложения представлены сызранской толщей (опоки и глауконитовые пески, залегающие как над опоками, так и под ними); мощность толщи достигает 70—80 м. Далее вверх следует верхнесаратовская толща, представленная песками с прослоями песчаника общей мощности свыше 100 м.

В связи с подобным литологическим составом пород данной местности распределяются и водоносные горизонты, причем самым верхним из них и по существу обычно имеющим характер грунтового (нисходящего) водонос-

ного горизонта является водоносный горизонт в саратовских песках. Эти воды дают довольно много родников на южных склонах отрогов. Качество воды вполне удовлетворительное; отмечают плотный остаток, примерно около 0,125 г/л. Однако родники не особенно обильны водой.

Следующим водоносным горизонтом является водоносный горизонт в нижней части сызранских трещиноватых опок, подстилаемых верхнемеловыми мергелями. В отличие от предыдущих этот водоносный горизонт дает родники как на северном, так и на южном склоне отрогов. По имеющимся анализам эта вода несколько более минерализована (плотный остаток достигает 0,296 г/л). Замеренные родниковые воды (группы родников) дают расходы в некоторых случаях от 10 до 20 л/сек.

Третий, считая сверху, водоносный горизонт располагается на темных нижнемеловых глинах и приурочен к основанию верхнемеловых отложений. По указаниям Г. Н. Каменского [38], этот водоносный горизонт может считаться основным для данной местности. Существуют родники, питающие речки южного склона, которые дают до 50 л/сек (у хутора Беленького на р. Беленькой); еще больший расход отмечен на р. Малой Беленькой, в бассейне р. Чижа — до 150 л/сек. Химические анализы дают сухого остатка около 0,4 г/л. На вкус вода очень хорошая, однако известен случай, когда буровая скважина получила горько-соленую воду с глубины 38,4 м с напором в 25,6 м. Эта скважина прошла в мелу 64 м и далее врезалась в нижнемеловые темные глины до забоя. Причины такой своеобразной минерализации этой воды не установлены. Вообще воды нижнемеловой толщи соленые, но в то же время мало обильные; по имеющимся анализам концентрация солей в них достигает 11,7 г/л.

Водоносность юрских отложений не изучена. Есть указания на наличие слабых родников из мергелей портландского яруса. Принимая во внимание то, что в тектоническом отношении здесь имеется ряд более или менее изолированных куполов или брахиантиклиналей, можно думать, что напорные воды для этого района не исключаются.

Площадь отрогов Южного Сырта, где на поверхности выходят довольно разнообразные породы, затем погружающиеся ниже дневной поверхности, по-видимому, является областью питания для более южных участков Прикаспия. Поэтому надо думать, что на прилегающих к данной области с запада и с юга территориях (как в области каспийских отложений, так и в области сыртовых глин) можно ожидать наличия артезианских вод.

Подтверждением этого предположения является сообщение Ф. П. Саваренского (по А. Н. Семихатову) о том, что южнее отрогов Общего Сырта уже в области развития каспийских отложений имеются восходящие родники. «Такие площади, где можно встретить артезианские воды в породах, слагающих Общий Сырт, главным образом меловых и третичных, следует искать, исходя из тектоники хребта. Между куполами располагаются на хребте более или менее значительные синклинальные понижения. На продолжении таких синклиналей, погружающихся под новейшие осадки — каспийские и акчагыльские, и следует искать артезианскую воду».

А. Н. Семихатов полагает, что к области отрогов Общего Сырта надо отнести и водоносные горизонты, залегающие в акчагыльских отложениях, которые прислонены к их южному отрогу с северной и южной сторон. Существуют буровые колодцы, описанные еще С. С. Неуструевым в 1909 г., а затем отмеченные и Г. Н. Каменским, в так называемом Камеликском понижении глубиной до 96 м, которые давали самотеком до 3,5 л/сек. В настоящее время эти скважины, устья которых имеют отметку около 90 м (абс.), не действуют. В другом месте, в с. Малаховке, в 1926 г. существовали три скважины с очень малым расходом. Абсолютные высоты поверхности

земли у скважин около 80 м. По А. Н. Розанову [69], глубокие буровые скважины не вскрыли воды ни в юрских, ни в пермских отложениях.

По указанию Г. Н. Каменского, можно ожидать артезианскую воду из акчагыла в Деркульско-Чагановском понижении.

ОБЛАСТЬ КАСПИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Эта область захватывает довольно большие пространства, располагающиеся к югу от описанных выше районов, и имеет своими границами на востоке р. Урал, на западе волжские венцы и ергени, на юге — Каспийское море и на севере примерно широту Уральска. Таким образом, этот участок представляет собой часть Прикаспийской низменности. Меньший участок этого района лежит на правом берегу Волги. Эта низменность — очень плоская равнина, весьма полого падающая в сторону Каспийского моря. На этой поверхности можно отличить ряд увалов, разделенных понижениями. К последним приурочены озера, лиманы, разливы. В одно из таких больших понижений изливаются рр. Большой и Малый Узень и Кушум. Здесь нет выходов подземных вод на поверхность, если не считать выцветов солей на поверхности.

По П. А. Православлеву [67], наиболее древними являются морские осадки бакинского яруса. Нижняя часть бакинской толщи представлена темноцветной свитой синеватых и зеленоватых песчано-глинистых пород, которые кверху приобретают менее интенсивную окраску, местами переходящую в розоватый, оранжевый и желтоватый цвет; и, наконец, в верхней части отложения бакинского яруса представлены и кирпично-красными глинистыми породами, содержащими гипс. Общая мощность бакинской толщи точно не установлена. Есть указания, что буровые скважины углублялись в нее метров на пятьдесят. Не исключена возможность, что часть этих отложений представляет континентальные образования.

Следующий выше хазарский ярус состоит из морских и связанных с ними лиманных и дельтовых осадков. В нижней части эти осадки имеют синеватую и темно-зеленую окраску, местами переходящую в красно-бурую, в верхней же части они имеют светло-бурые и светло-желтые оттенки. В самой нижней части этой толщи, отличающейся почти черными оттенками во влажном состоянии, были встречены скопления малообугливших растительных остатков и кости крупных млекопитающих. Общая мощность этих пород достигает 8 м.

Далее вверх следуют континентальные образования ательского яруса, представленные лёссовидными суглинками, частью, может быть, древнеаллювиальными. Эта толща, достигающая 7 м мощности, в верхней части обладает светло-бурыми оттенками и более глиниста, а в нижней части обладает темными оттенками и обогащена песчаными элементами. Самыми верхними являются породы хвалынского яруса, представляющие собой отложения Каспийского моря и лиманноболотные отложения. В верхней части хвалынские породы имеют коричнево-бурый цвет, а в нижней красно-бурый и даже шоколадный с пестрыми пропластками песчано-илистых образований, содержащих отпечатки истлевших, вероятно болотных, растений. Общая мощность хвалынских отложений около 4 м.

Водоносность бакинских и других дохазарских отложений. До настоящего времени подошва бакинских отложений в описываемом районе не установлена и ее определяют в буровых разрезах условно. Дело в том, что в некоторых местах, например в районе Эльтонского и Баскунчакского озер, выступают глины, и по составу и по цвету очень сходные с бакинскими, но относящиеся частью к олигоцену, а частью даже и к нижнему мелу. Так

как в бакинских породах имеются прослойки водоносных песков, то отсюда была получена вода под напором. Ряд скважин вскрыл даже не один водоносный горизонт, а больше. Так, например, на ст. Кайсацкой скважина № 6 вскрыла четыре водоносных горизонта, из которых 2, 3 и 4-й нужно отнести к дохазарским. В большинстве случаев воды этих отложений бывают сложно минерализованными, причем во многих случаях оказываются горько-солеными. Однако имеющиеся в литературе данные содержат цифровые сведения, не совпадающие с качественными характеристиками. А. Н. Семихатов приводит анализ воды из скважины на Валуйской опытной станции (Костычевской), указывая, что эта скважина дала минерализованную воду. Однако плотный остаток в этой воде равняется всего 0,912 г/л, т. е. ее без всякой натяжки можно считать пресной, вполне пригодной не только для водопоя, но и для питья. В других случаях указывается высокая жесткость этих вод. Так, для Кайсацкой скважины отмечается жесткость второго водоносного горизонта 240—280° (фр.), третьего водоносного горизонта — 59° (фр.), и четвертого — 182° (фр.). На ст. Джаныбек вода третьего водоносного слоя имела жесткость 180° (фр.), в Сайхине вода из второго слоя имела жесткость 725° (фр.), на ст. Баскунчак жесткость 161°,7 (фр.) при сухом остатке 1,09%. Вода из скважин на станциях Шунгай и Чапчачи характеризуется как неудовлетворительная в первом случае и горько-соленая — во втором.

В районе Баскунчакского озера известны также сильные и постоянные ключи, питающие водой и солью Баскунчакское озеро, вытекающие из гипсоносных толщ пермского возраста. Обращает на себя внимание постоянство температуры и химического состава этих ключей, что, по-видимому, связано с глубинной фильтрацией подземных вод в данной толще. Однако в отдельных точках минерализация этих вод неодинакова. Общая жесткость их колеблется от 96 до 656°. Эти воды в некоторых случаях используются не только для водопоя скота, но даже и для питья привычных к степным водам скотоводов.

А. Н. Семихатов объясняет малую соленость вод в некоторых пунктах следующим образом: «Скорее всего эти воды атмосферные, образующие подземное озеро, крыша над которым провалилась. Малая соленость объясняется тем, что соли выщелочились ранее».

Водоносность хазарских отложений. Хазарские отложения содержат более или менее однородно развитый водоносный горизонт, обладающий довольно хорошими расходами, хотя качество воды в разных пунктах и неодинаково. Этот водоносный горизонт используется как буровыми скважинами на станциях Астраханской ж. д., так и шахтными колодцами в колхозах и совхозах. А. Н. Семихатов собрал многочисленные данные о буровых скважинах, которые встретили хазарский водоносный горизонт. Как типичный случай этот водоносный горизонт является вторым водоносным слоем от поверхности. Средняя глубина его залегания около 50 м; он обладает напором, достигающим в некоторых случаях 50 м. Во многих случаях, однако, не совсем точно можно установить принадлежность воды именно к хазарской толще. Может быть, некоторые самоизливающиеся воды, например близ ст. Эльтон в так называемой Крутой балке, относятся именно к этому водоносному горизонту. Здесь вода поднимается выше уровня земли на 8,5 м. Точно так же в Астрахани на б. казенном винном складе имеется самоизливающаяся вода; однако в последнем случае не установлено, какой именно из водоносных горизонтов дает эту самоизливающуюся воду. Следует принять во внимание, что глубина этого бурового колодца превышает 300 м.

Очень давно используются воды хазарского горизонта близ ст. Верх-

ний Баскунчак. Опыт эксплуатации буровых скважин показал, что их расходы в среднем 1,5—2 л/сек. Некоторые колебания в расходах отдельных колодцев объясняют неоднородностью механического состава водоносного горизонта. Такого рода неоднородность состава песков была отмечена и в районе указанной станции, а также и в районе оз. Эльтона, где пески то достигали мощности в несколько метров, то замещались иловатой глиной, в связи с чем вода в скважинах то имелась, то отсутствовала. Питание хазарского водоносного горизонта в районе Восточного берега Эльтонского озера происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, которые, проникая в грунт, образуют подземный поток, движущийся от Улагана по направлению к р. Самороде.

Водоносность хвалынского яруса. Это первый от земной поверхности водоносный горизонт; по существу он представляет собой типичный горизонт грунтовых вод. Водообилие этого горизонта резко колеблется даже на близких расстояниях, причем эти колебания стоят в связи как с мощностью водоносной толщи, так и с расчлененностью площади и характером литологического состава пород, которые собирают атмосферные осадки; в общем весьма скудно в этом крае полупустынного климата.

Характерным для этого водоносного горизонта является наличие довольно большого количества более или менее пресных линз. Пресные линзы нормальной формы обладают сравнительно небольшим расходом (около 0,7—1,3 л/сек). По имеющимся анализам, правда не всегда достаточно достоверным, жесткость этих вод колеблется от 8 до 198°, причем жесткость свыше 50° встречается все же очень редко. В окрестностях ст. Сайхин вода из бурового колодца, дающего 0,6 л/сек, имеет сухого остатка около 429 мг/л. В этом же районе есть трубчатый дренажный водосбор с расходом в сутки около 0,26 л/сек. Плотный остаток этой воды 269 мг/л.

У А. Д. Стопневича [80] имеются косвенные указания на то, что вода хвалынской толщи в своих нижних частях более минерализована. Так, он приводит примеры химических анализов из двух колодцев, где проба была взята в 1915 г. и дала примерно 0,322 г/л, и затем воду одного из колодцев после углубления в 1914 г., где плотный остаток уже достигал 1,525 г/л. Отмечается обилие воды в этом горизонте; ею вполне удовлетворяются даже крупные поселения, как например большое с. Житкур (до 500 дворов), где «по приблизительному явно уменьшенному подсчету употребляют около 0,3 л/сек воды в сутки». Таких примеров для северной части Астраханских степей приводят очень много.

По имеющимся данным, в южной части Астраханских степей воды хвалынского яруса значительно более минерализованы, а в районе, прилегающем к Ахтубе, преобладает совершенно непригодная для питья вода. Здесь только в барханных песках имеются пресные воды. Грунтовые воды хвалынского водоносного горизонта дренируются Ахтубой. Поэтому в межень, когда уровень в Ахтубе очень невелик или, другими словами, когда она получает очень мало воды из Волги, минерализация воды в реке значительно повышается. В некоторых пунктах она в меженное время имеет до 120° (фр.) жесткости.

Полагают, что воды хвалынского водоносного горизонта питаются исключительно за счет атмосферных осадков, так как приток воды со стороны, поверхностным или подземным путем, здесь совершенно исключается. Там, где развиты барханы, атмосферные осадки быстро опускаются в настолько глубокие слои, что их испарение с поверхности крайне ничтожно; там же, где поверхность сложена глинистыми осадками, инфильтрация атмосферных вод происходит в пределах лиманных площадей и в руслах балок и рек.

Роль лиманов в питании грунтовых вод была выяснена Ф. П. Саваренским [71], который проводил исследования в районах лиманов Зенина и Липина. В районе Зенина лимана первая вода была встречена на глубине 1,71 м; она была соленой с притоком около 450 л/сутки; под дном самого лимана вода была встречена на глубине последовательно 10,77, 22,85 и 26,62 м. На этих глубинах вода была пресная. Еще глубже на расстоянии 37,12 м появилась соленая вода, а на глубине 51,0 м — горько-соленая. За пределами лимана была встречена только соленая вода с ничтожным расходом на глубинах 30, 32 и 37,08 м. По данным Ф. П. Саваренского, смена соленых и пресных вод происходит чрезвычайно резко. Так, например, в упомянутой скважине на глубине 32,3 м желонка после первой порции пресной воды извлекла уже соленую воду, причем концентрация пресной воды немногим превышала 1 г/л, а концентрация соленой уже превышала 14 г/л. На глубине 43,5 м концентрация достигла 67, 7 г/л. Так как лиманы этого района представляют обширные понижения, в них весной скопляется большое количество воды; так, например, для Сайхинского лимана площадью в 10 км^2 указывается на скопление весной воды до 6 млн. м^3.

Район Астраханских степей в последние годы интенсивно вовлекается в хозяйственное строительство, что явилось причиной большого количества гидрогеологических исследований, ставивших своей целью выяснение гидрогеологических условий этого района, и в частности гидрогеологических условий развития, распространения и режима вод хвалынского яруса; однако материалы этих исследований до настоящего времени еще неопубликованы.

УРАЛО-ЭМБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Более восточные участки северного Прикаспия, составляющие Урало-Эмбинскую область, были освещены в гидрогеологическом отношении П. А. Шиндяпиным [89], общие выводы которого приводятся ниже.

О верхнепермском водоносном горизонте можно судить лишь по результатам глубокого бурения на куполах (рис. 52). Пески пестроцветной свиты водоносны на крыльях поднятий; в песках же более низких горизонтов, развитых в сводовой части купола, встречены нефтеносные горизонты. Вода, содержащаяся в этих песках, минерализована главным образом за счет хлоридов; так, в пробах воды, оттартованной вместе с нефтью из скважины № 109 промысла Шубар-Кудук, определено содержание хлора в 37 353 мг/л.

Отложения нижней юры представлены песчано-галечниковой толщей. Эта толща, по данным глубоких разведочных скважин, водоносна. Воды этого горизонта напорные: в скважинах, заложенных на куполе Шубар-Кудук, величина напора достигала 250 м. Вода содержит большое количество воднорастворимых солей.

В глинах среднеюрского возраста при глубоком бурении на куполах встречены прослои мелкозернистого песка с малым водонасыщением. Прослои песка или слабоводоносны или только влажны.

При геологоразведочных работах на куполах скважинами обнаружены влажные мелкозернистые пески среди глинистых толщ неокома; возможно, что на крыльях куполов пески эти водоносны.

Пески альба, залегающие непосредственно на глинах апта, развитые на куполе Шубар-Кудук, водоносны. Толща песков приподнята на дневную поверхность в сводовой части купола. Узкая полоса песков проходит вдоль широтного сброса, где последние залегают на одном гипсометрическом уровне с юрскими и неокомскими глинами. Площадь распространения песков определяется в 25—30 га; на ней заложено несколько колодцев, питающихся водой этого горизонта. В одном из колодцев установлен центробежный на-

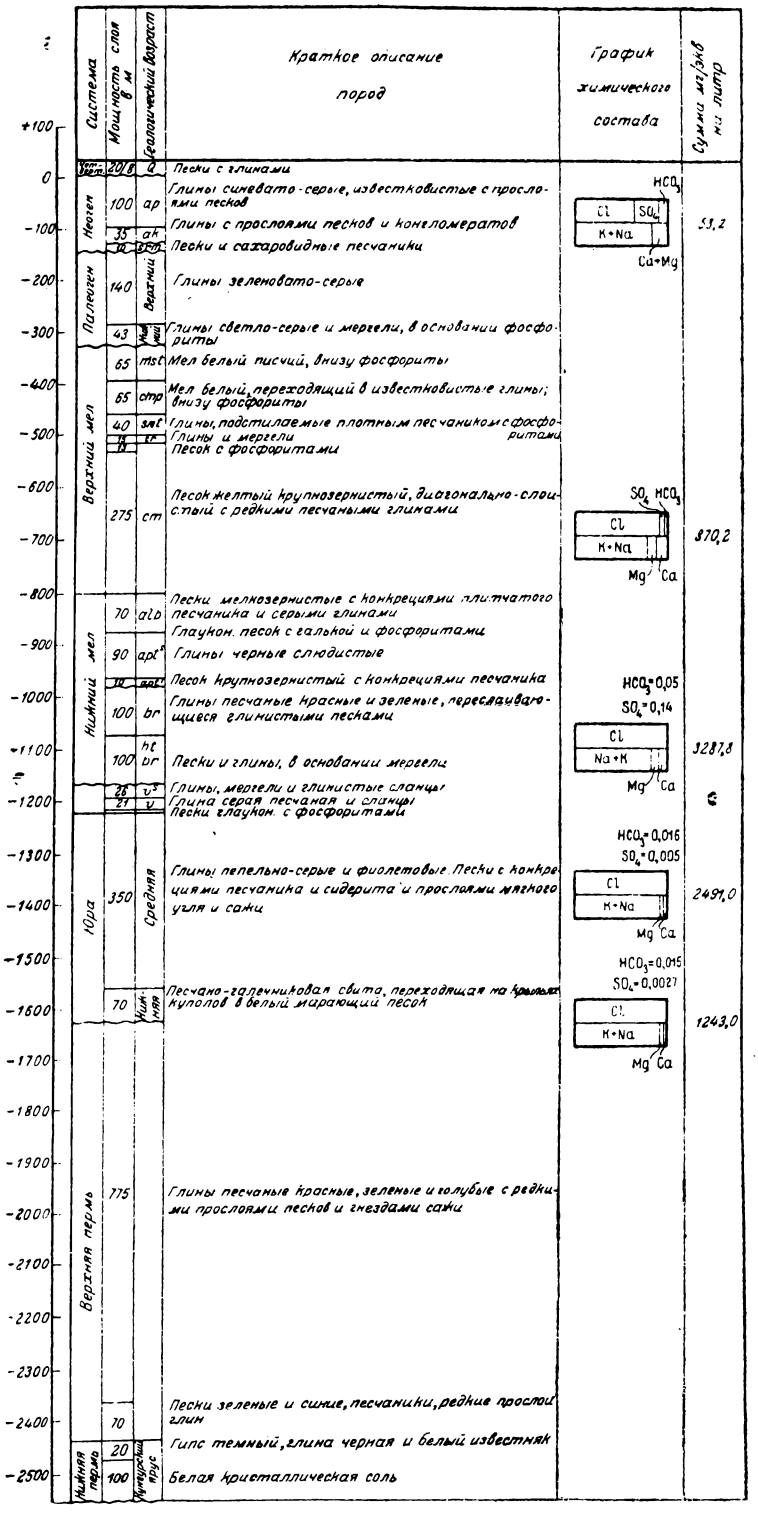


Рис. 52. Сводный геологический разрез Эмбинского района (южная часть) (по Е. Н. Пермякову)

сос, который ежедневно подает в поселок Шубар-Кудук около 0,4 л/сек воды. Вода этого горизонта хорошего качества и приятна на вкус; содержание хлора 37—72 мг/л, сульфата — 20—70 мг/л, бикарбоната — 77—61 мг/л. Общая жесткость от 5 до 11°,2. Отложения альба выделяются в самостоятельную стратиграфическую единицу условно. Водоносные пески, относимые условно к альбу, известны на крыльях поднятий Джаксымай, Акджар и др. Исследования касаются тех песчаных толщ верхнего альба, которые получили большое развитие в районе аула Кинесту (верховья р. Чийли). Водой этого горизонта питается р. Чийли круглый год. Обширные площади южного крыла купола Чийли заняты верхнеальбскими песчаными толщами. Пески альбского возраста светло-серого цвета, в сухом состоянии грязно-белые, тонкозернистые, пачкающие (плывуны). Вскрыты они скважинами в русле р. Чийли у аула Кинесту, под аллювиально-делювиальными наносами. Мощность водоносных песков определить не удалось из-за технических затруднений. Альбские отложения на южном крыле купола Чийли широкой полосой окаймляют аптские образования. Падение пластов, слагающих упомянутое крыло купола, под углом 8—14°. В связи с нарушенным залеганием верхнеальбских толщ этот водоносный горизонт напорный. Напор в обсадных трубах в одной скважине достигал 13 м, а дебит при самоизливе определен в 3—4 л/сек. Вода слабо минерализована и характеризуется содержанием хлора — 70 мг/л, сульфата — 120 мг/л, бикарбоната — 200 мг/л; общая жесткость 8°,8.

Сеноманские песчаные толщи широко развиты на поверхности описываемого района. Пески сеномана хорошие аккумуляторы выпадающих атмосферных осадков, а прослои среди песков пластичных глин представляют прекрасные водоупоры. Эти прослои встречаются в нижней части сеноманской толщи. Мощность глинистых прослоев колеблется от десятков сантиметров до 5—8 м. Мощность же слоев песка (между глинами) достигает 10 м и более. Воды в сеноманских песках пресные, а если и встречаются воды с повышенной концентрацией, то отклонение в сторону повышенного содержания воднорастворимых солей отмечено в тех пунктах, где породы претерпели сильные тектонические нарушения (в верховьях р. Ибейты) в результате формирования купола Сарлык. Вследствие этого среди верхнесеноманских песков зажаты по сбросам кампанские зеленовато-серые известковистые глины, содержащие большое количество воднорастворимых солей. Влияние этих глин сказывается на водах верхнесеноманского горизонта, обнаруженного буровыми. В подтверждение высказанного положения можно указать на слабую концентрацию вод верхнесеноманского горизонта, которые известны в верховьях р. Каузьды-кара. Русло реки прорезает сеноманские пески с прослоями крепко сцементированных песчаников и вскрывает водоносный горизонт сеномана, за счет которого питаются плесы реки. Сопоставляя данные химического анализа двух проб воды (из скважины на р. Ибейты и плеса р. Каузьды-кара) нетрудно убедиться в различии этих вод по концентрации.

Таблица 19

Состав вод р. Каузьды-кара и скважины на р. Ибейты (мг/л)

Место взятия пробы воды	Cl	SO_4	HCO_3	Общая жесткость в градусах
Р. Каузьды-кара	37	20	283	5,0
Скв. р. Ибейты (с глуб. 29 м) . .	193	500	193,0	60,8

Водами нижнесеноманских горизонтов питаются многочисленные колодцы населенных пунктов, расположенных по р. Темиру. Уровень стояния грунтовых вод в колодцах отмечен на глубине 8—10 м, редко 13,5 м от поверхности земли, в зависимости от рельефа местности. В бассейне р. Уила воды сеномана получили большую известность в урочище Бурма. В верховьях р. Чийли и по правому берегу р. Кинжалы, в районе могил Хаджа, встречены родники, температура воды в которых мало изменяется за сутки; в летний период 1935 г. она держалась около 4—5°. Бурением в русле р. Кинжалы установлена мощность одного из горизонтов в 6 м. Дебит определен по самоизливающейся скважине в 0,21 л/сек, при понижении уровня на 1 м. Водоносные пески — кварцевые, мелкозернистые, слабоглинистые.

Река Караул-кельды в средней своей части дренирует альб-сеноманский водоносный горизонт. Буровыми скважинами, заложенными в русле названной реки, обнаружено два водоносных горизонта. Первый был встречен на левом берегу реки в 1 км ниже нефтепровода, на глубине 3,5 м от поверхности. Мощность его 3 м. Водоносные пески — кварцевые, мелкозернистые, глинистые, подстилаются темно-серой плотной глиной, с тонкими прослойками песка. Мощность глинистых прослоек 7,5 м. Дебит этого горизонта определен в 0,3 л/сек, при понижении уровня на 1 м. Ниже глинистого прослоя залегают кварцевый, мелкозернистый, слабоглинистый водоносный песок вверху, и неравномерно среднезернистый — внизу. Второй водоносный горизонт полностью скважиной не пройден и вскрыт всего лишь на 4—6 м. В обсадных трубах наблюдался напор воды от 9 до 13 м. Скважина, заложенная на правом берегу р. Караул-кельды, в 5—6 км ниже нефтепровода, встретила второй водоносный горизонт на глубине 8—12 м; напор воды в скважине достигал 13 м, а дебит, определенный по фонтанированию скважины,— 2 л/сек. Напорный характер второго водоносного горизонта обусловлен наклонным положением пластов сеномана.

Широко известны в полосе нефтепровода ключи Кара-булак (Черные ключи), которые также питаются альб-сеноманскими водами. Буровыми скважинами у ключей Кара-булак вскрыты два водоносных горизонта: первый на глубине 0,8—3,4 м и второй — 16,5 м.

В верховьях р. Ибейты одна из скважин вскрыла верхнесеноманский водоносный горизонт среди песчаников на глубине 8—9 м. В основании водоносного горизонта залегал глинистый прослой. Песчаники и тонкие прослои песка мелкозернисты и по своему механическому составу близки к пескам вышеупомянутых пунктов. Глинистая прослойка в верхах сеноманской толщи, видимо, непостоянная, и дебит верхнесеноманского водоносного горизонта не отличается по своей мощности; воды ненапорные; дебит около 0,4—0,6 л/сек.

Ниже приводим краткую характеристику вод альб-сеноманских водоносных горизонтов по обследованным водоисточникам (табл. 20).

В юго-западной части полосы обследования альб-сеноманские воды менее развиты, чем в северо-восточной части, где на большом протяжении встречаются породы сеномана. Однако можно предполагать, что в межкупольных пространствах юго-западной части описываемой области сеноман выполняет мульдообразные понижения и в случае подтверждения этого факта глубоким бурением (250—300 м) представилась бы возможность использования напорных вод сеноманского горизонта и в этой части обследованной полосы.

К песчаным осадкам сенона зоны Pteria tenuicostata в окрестностях г. Темира приурочены довольно обильные выходы пресных вод. Воды эти не имеют сплошного распространения и встречаются спорадически в муль-

Таблица 20

Состав вод альб-сеноманского водоносного горизонта

Место взятия воды	Время взятия пробы	Содержание в мг/л:			Общая жесткость в градусах
		Cl	SO_4	HCO_3+CO_3	
1) Родники рр. Темира и Чили-сая	VI—VIII 1936 г.	следы	следы	96—187	3,0—5,0
2) Родники р. Уила. . .	»	20,0	»	129	4,3
3) Родники и скважины р. Чийли	»	70—188	70—120	200—232	8,8—10,5
4) Родники р. Кинжалы	»	47—160	62—140	261—322	7,9—22,5
5) Родники р. Карауткельды	»	28—155	55—150	161—354	6,5—17,6
6) Родники р. Джеланды (ключи Кара-булак)	»	28—36	50—63	270	5,3—5,8
7) Скважины р. Ибейты	»	197	560	193	60,8

дообразных изгибах верхнемеловых глин, на что в свое время обратил внимание Д. К. Замятин. Небольшого развития эти осадки достигают по Туле-берген-саю (правый приток р. Кинжалы, где они слагают правый склон названного сая). К этим песчаным образованиям приурочены выходы грунтовых вод, которые характеризуются содержанием хлора до 122, сульфата— 92, бикарбоната — 257 мг/л; общая жесткость 10°.

Детальные гидрогеологические изыскания в районе аула Ак-Челек, в урочище Ак-Кудук, Теренг-Урпа (Ак-Мола), Джан-Терек и Давлет-Казган показали:

а) Аул Ак-Челек расположен на юго-западном крыле Ак-Челекского поднятия. В окрестностях аула Ак-Челек мел имеет широкое распространение. Около аула для опытных наблюдений было заложено 5 скважин, одна из которых глубиной в 50 м встретила следующие породы: сверху желтобурые суглинки — 0,7 м, ниже переотложенный мел — 1,5 м, под которым залегает плотный мел мощностью в 23 м и еще ниже — известковистые глины.

Наблюдения за минерализацией грунтовых вод показали, что с углублением скважин возрастает концентрация солей в воде: до глубины 20—25 м вода была пресная, а с глубины 25 м она имела уже солоноватый вкус. Проба воды из скважины с глубины 20 м содержала хлора 230 мг/л, сульфата 94 мг/л, бикарбоната 380 мг/л; общая жесткость воды 20°; с глубины 35 м вода характеризуется содержанием хлора в 5837 мг/л, сульфата — 1500 мг/л, бикарбоната — 380 мг/л, общая жесткость 102°. Увеличение минерализации воды при углублении можно объяснить близостью залегания богатых воднорастворимыми солями кампанских глин, подстилающих писчий мел.

При механической откачке, произведенной на той же площади в течение 45 часов, определен удельный дебит по скважине в 0,65 л/сек. Аналогичные результаты наблюдений получены были также в урочищах Ак-Кудук и Теренг-Урпа (Ак-Мола).

б) Водой сенонского горизонта питаются многочисленные колодцы в урочищах Джан-Терек и Давлет-Казган. Дебит, определенный при откачках колодцев, колеблется в пределах около 0,2 л/сек. Содержание хлора в отдельных колодцах редко достигает 1459 мг/л, в большинстве слу-

чаев оно колеблется от 322 до 776 мг/л; жесткость воды варьирует от 19 до 40°,5. При откачке воды из скважины, заложенной в урочище Давлет-Казган, определен удельный дебит в 0,03 л/сек. При этом наблюдалось характерное бульканье воды, стекающей вниз по стенкам скважины из верхних пластов рыхлого мела. Осадки верхнего мела достигают, как видно, значительного распространения в южной части ж.-д. трассы. Уровень стояния грунтовых вод здесь отмечен на глубине 6—7 м. Наблюдениями установлено, что верхнесенонский мел в южной части ж.-д. трассы разбит трещинами на отдельности разных очертаний, что можно видеть в меловых уступах естественных обнажений меловых толщ урочища Давлет-Казган. Подземные потоки, прокладывая свой путь по трещинам мела, соприкасаются с породами кампана, которые содержат большое количество водорастворимых солей; омывая эти породы, грунтовые потоки уносят с собой то или иное количество солей, и в результате минерализуются что и отмечено наблюдениями 1935 г. Вместе с этим удалось установить, что воды с высокой концентрацией в пунктах обследования залегают на глубине 20—35 м от поверхности, т. е. на границе меловых пород маастрихта с глинами кампана. Концентрация солей заметно увеличивается с глубины свыше 35 м (проба воды с этой глубины имела горько-соленый вкус).

Опытные откачки были кратковременны (до двух суток), а поэтому вопрос о возможном засолении верхних горизонтов маастрихта при длительной эксплуатации этого водоносного горизонта нельзя считать окончательно разрешенным.

«Интересен вопрос о возможности обнаружения в пределах полосы изысканий напорных вод (артезианских). Широко поставленные в прежние годы разведки в узких контурах соленых структур (на куполах) совершенно не затронули межкупольных пространств, поэтому в отношении глубоких вод не имеется еще фактических материалов, и в этом направлении можно высказать только ряд предположений. В связи с дислокацией осадочных толщ Урало-Эмбинской области и прилегающих к ней соседних областей (Заволжье и Зауралье) можно ожидать в некоторых пунктах благоприятные условия для накопления напорных вод. Крайне скудные сведения о геоструктуре межкупольных понижений не дают возможности с достаточной ясностью установить характер тектонических депрессий, и здесь мы сможем, в лучшем случае, сделать предположение о том, что они построены по типу мульдообразных прогибов, со спокойно поднимающимися крыльями. И сеноманские гряды, которые достигают значительного развития на поверхности земли, в таком случае будут завершающими контурами по периферии этих депрессий. Однако с таким же успехом могут быть обоснованы и другие предположения» (П. А. Шиндяпин [89]).

ПРАВОБЕРЕЖНЫЕ, ИЛИ ЕРГЕНИНСКИЕ, СТЕПИ

Правобережные, или Ергенинские, степи в отличие от левобережных Прикаспийских степей обладают значительно бо́льшими абсолютными отметками, достигающими почти 190 м. Ергенинские степи обрываются довольно круто в сторону Прикаспийских степей и отроги их полого спускаются к Дону. Северная граница этих степей условно принимается по широте г. Красноармейска, а южная обозначается очертаниями долины р. Маныча. В этой области аккумулятором грунтовых вод являются мелкозернистые кварцевые пески с тонкими глинистыми прослойками и с включением песчаников, которые, может быть, полностью представляют собой флювиогляциальные образования. Пески трансгрессивно налегают на севере на различные горизонты палеогена, причем глинистые отложения последнего

являются основным водоупором для вод, заключенных в ергенинских песках. По-видимому, мощность их превышает 40 м. Кровлей ергенинских песков служат суглинки, особенно мощно развитые на склонах, обращенных в сторону Дона. Общая водоносность песков не установлена, хотя имеются указания на то, что в них воды довольно много и происходит она за счет атмосферных осадков, выпадающих в пределах Ергеней.

По данным Б. А. Можаровского [57], «все реки и балки Ергеней питаются источниками, водяными жилами, вытекающими из трещин жернового песчаника, или же водяными слоями на рубеже его с нижними синими глинами. Это правило не имеет исключения для всех Ергеней от Маныча до Сарепты».

Е. В. Милановским [56] зарегистрировано довольно много ключей, расположенных на различных отметках в пределах от 15 до 120 м (абс.). Причины этого объясняют следующим образом: «В большинстве случаев воды выходят там, где вся толща песков до подстилающих глин, вообще неровная, вследствие размыва становится очень капризной в пределах восточного Ергенинского склона, где мелеттовые глины были в некоторых местах в сильной степени затронуты древними оползнями. В последующее время оползни частично были снивелированы делювиальными процессами и скрыты делювиальными отложениями. Родники, вытекая по водонепроницаемому ложу из песков, прежде чем найти выход на поверхность, могут совершить достаточно длинный путь под делювиальными отложениями. Наконец, не остаются без влияния на высоту выходов родниковых вод и древние морские террасы, которые обычно наблюдаются в устьевых частях балок. Условия выхода родника влияют и на его химический состав и на его дебиты» (по А. Н. Семихатову).

Обыкновенно результаты замеров расхода вод выражались в качественных характеристиках — слабый, сильный, довольно сильный и т. д. Точно так же качество этих вод устанавливалось субъективно, как например, хорошее, «скверное». Существуют давние наблюдения И. В. Мушкетова, которые указывают на то, что расходы отдельных источников в долинах Элисты, Курульты, Аршана в 1884 г. были почти вдвое больше, чем в засушливый 1885 г. В настоящее время имеются заниженные расходы некоторых родников (Садовый и Шенбруннен), которые дают до 3 л/сек — около Красноармейска, несколько меньшие расходы (1,75 л/сек) дает группа родников Сухие Чепурники. О режиме этих вод известно очень мало. Водосборные колодцы водопровода лесобазы осенью 1930 г. и зимой 1930/31 г. давали около 0,25 л/сек, но в мае трубы в приемных колодцах начали обнажаться. В общем как будто бы можно сделать заключение, что наинизшие расходы ергенинского водоносного горизонта наблюдаются весной.

«У подножья восточного склона Ергеней располагается низменная степь, ограниченная с северо-востока долиной р. Волги. Низменная степь имеет равнинную поверхность, слабо дренированную лишь в Приергенинской полосе. В центральной части степи имеется повышение, откуда идут понижения на запад, в сторону Сарпинских озер, и на восток, в сторону р. Волги. Высота водораздела между Сарпинскими озерами и р. Волгой у г. Красноармейска колеблется от 15 до 18 м. Южнее параллели Черного Яра рельеф осложняется появлением возвышенностей, вытянутых в западном направлении. Распространение бугров имеет место и далее на запад в пределах Приманычской полосы. На западе бугры сливаются с сыртовым плато, уходящим за пределы описываемой территории. В большинстве случаев между этими буграми располагаются лиманы, солончаки и соленые озера. Из соленых озер Приманычской полосы наиболее характерными являются Большой и Малый Яшалты, Джалга, Джама, Шарык и другие, в

которых добывается самосадочная кристаллическая соль. Геоморфологические особенности находятся в непосредственной связи с геологическим строением и тектоникой интересующей нас территории». Равнинные пространства, располагающиеся между Каспийским морем и восточными склонами Ергеней, описаны в последнее время А. С. Дубильер [24].

Ергенинская возвышенность. Наиболее древние отложения на описываемой площади Прикаспия обнажаются лишь в пределах Ергенинской возвышенности; вне последней сызранские опоки известны у Черного Яра. В остальной же части (районах низкой степи и приманычской полосы) вследствие крупных тектонических нарушений дизъюнктивного характера, прошедших вдоль восточного склона Ергеней и по линии долин Манычей, отложения третичного возраста опущены на значительную глубину и перекрыты осадками позднейших трансгрессий.

Основание Ергенинской возвышенности сложено на севере мелеттовыми глинами, а на юге осадками киевского яруса. В естественных разрезах последние не встречаются и вскрыты глубокими скважинами в трех пунктах: Степное, Шар-Булук и урочище Белая Глина. В Степном осадки киевского яруса характеризуются толщей темно-серых глин с чередующимися прослойками опоковидных глин, заключающих в своей верхней части мергеля с нуммулитами. В районе приманычской полосы и по южной оконечности Ергеней киевские отложения, по данным глубокого бурения Грознефти, выражены мергелями со слюдистыми тонкозернистыми песчаниками и известковистыми глинами. Мощность осадков этой свиты около 550 м. Киевские осадки перекрываются отложениями харьковского яруса. На всей площади распространения последние представлены однообразной толщей темно-серых, зеленоватых и синих гипсоносных глин. Олигоценовые глины вскрываются во всех балках восточного склона Ергеней. Видимая мощность их не превышает 30 м, действительная же далеко не одинакова. У Сталинграда они имеют мощность 15 м. К югу последняя увеличивается, достигая 260 м. На этой глубине в основании олигоценовых глин залегает небольшой слой конгломератовидного строения. Олигоценовая глина почти лишена ископаемых. В ней только изредка встречаются чешуи мелеттских рыб.

В северной части восточного склона Ергеней, в балке Голодной и в низовьях балки Ласты типичные олигоценовые глины покрываются небольшой толщей светлых песчанистых глин, переходящих в глинистые пески, на которых пластуется свита ергенинских кварцевых песков. В остальной части массива ергенинские пески залегают непосредственно на неправильно размытой поверхности олигоценовых глин. Ввиду уменьшения мощности глин в северном направлении толща ергенинских песков значительно опускается. В южной же части пески занимают довольно высокое положение, залегая на отметках от 107 до 121,5 м. В непосредственной зависимости от неровностей подстилающего ложа (из олигоценовых глин) и наличию в ней мульд и котловин мощность песков является довольно неустойчивой. Максимально в пределах обследуемой площади она достигает 30 м. Возраст этих песков, по данным М. М. Жукова, верхнеплиоценовый. Ергенинские пески перекрываются в свою очередь сильно гипсоносными покровными и делювиальными образованиями, в южной части непосредственно прислоненными к олигоценовым глинам.

Описанное геологическое строение высокого Прикаспия обусловливает ее гидрогеологические особенности.

Наиболее глубокий водоносный горизонт залегает в основании глинистой свиты харьковского яруса, на глубине 225 м от поверхности. Воды эти характеризуются высоким напором и значительным дебитом. В силу своей

большой минерализации они совершенно непригодны к практическому использованию — они содержат 27 000 мг/л солей. Результаты глубокого бурения как в южных Ергенях, так и в смежных с ними участках (Степное, Шар-Булук, ст. Гашун и Двойная) подтверждают полное отсутствие в олигоценовых отложениях этой части массива пресных артезианских вод. В северной части Ергеней мощность глинистой свиты харьковского возраста уменьшается, а вместе с тем подстилающие их пески бучакского яруса ближе подходят к поверхности. В Поволжье, в пределах Сталинградского побережья, бучакские пески содержат пресную воду. В пределах описываемого района буровыми скважинами, заложенными Сталинградским водхозпроектом в Тундутове и Малых Дербентах, в толще тонкозернистых песков царицынского яруса на глубине 75 м обнаружен довольно мощный горизонт сильно минерализованных вод.

Второй водоносный горизонт приурочен к основанию толщи ергенинских песков. Воды этого горизонта питают почти все родники, расположенные в балках восточного склона Ергеней; здесь по руслу балок образуются плесообразные скопления. Дебит многих родников (балки Увата, Хатта, Кегульта, Гашун) весной достигает 6 л/сек. Воды в большинстве случаев пресные; солоноватые воды являются исключением.

Низменная северо-западная часть Прикаспийской степи лежит в пределах обширной области опускания, ограниченной с запада высоким уступом Ергеней, а с северо-востока долиной Волги. Коренные отложения третичного возраста в силу указанных причин опущены на значительную глубину и перекрыты позднейшими отложениями. Наиболее древними породами, выходящими на поверхность низменной степи, являются отложения апшеронского возраста.

Осадки апшерона обнажаются только в одном месте — в котловине выдувания «Бузгуй». К югу от этой котловины они разведаны глубокими скважинами во многих пунктах низкой степи. Под толщей каспийских осадков мощностью в 50 м залегают зеленовато-серые глауконитовые пески и глины, а в некоторых случаях песчаники и раковистые брекчии. Мощность апшеронских отложений до самого последнего времени установить не удалось. Наиболее глубокая скважина в Адыках, пройдя 336 м, не вышла из свиты описываемых отложений.

Апшеронские отложения перекрываются отложениями каспийской трансгрессии. Нижним компонентом являются осадки хазарского яруса, представленные сине-зелеными иловатыми песками с остатками перегнивших растений и такими же серыми глинами. В южной части степи типичные хазарские осадки книзу переходят в синие гипсоносные глины, по всей вероятности бакинского возраста.

Хазарские отложения местами покрываются ательскими зеленовато-желтыми пылеватыми песками с растительными остатками.

Более полного развития достигают хвалынские осадки, которые перекрывают все нижележащие породы. Последние целиком занимают всю территорию низменной степи, далеко заходя по долинам балок, прорезающих восточный склон Ергеней. Они состоят из свиты глинистых песков, песчаных глин и жирных шоколадных гипсоносных глин. Мощность хвалынских осадков колеблется в пределах от 4 до 12 м.

Геологические, геоморфологические и климатические условия описываемой площади неблагоприятны для накопления и циркуляции подземных вод, тем не менее водоснабжение здесь, за редким исключением, основано на использовании подземных вод. В зависимости от наличия водоносных горизонтов и режима вод низменная степь может быть подразделена на четыре района.

Приволжская низменность. В этой области почти исключительного развития антропогеновых отложений руководящее значение приобретает минерализация грунтовых вод. Грунтовые воды залегают в хазарских, хвалынских отложениях и аллювиальных осадках системы Сарпинских озер.

Воды, приуроченные к иловатым пескам хазарского возраста, залегают на глубине от 10 до 20 м, характеризуются высокой концентрацией. Наряду с сульфатами вода содержит хлориды и притом в преобладающем количестве. Наличие их объясняется соленостью толщ вышележащих пород хвалынского и отчасти хазарского возраста. Максимум содержания хлора достигает 6000 мг/л. В силу значительной минерализации и малого дебита эти воды являются совершенно непригодными для какого-либо использования.

Глубина залегания вод хвалынских осадков колеблется около 16 м, отклоняясь в ту или другую сторону; глубина появления воды в буровых скважинах равна в среднем 9—10 м. Воды отличаются спорадическим залеганием и пестротой химического состава. Наряду с пресными, вполне пригодными для питья водами встречаются соленые и горько-соленые. В процентном отношении это выразится следующими величинами:

а) из 65 скважин, заложенных на территории совхоза № 12, 70,9% оказалось пресных, 6,1% соленых и 23% горько-соленых;

б) из 64 шахтных колодцев 79,8% пресных, 13,2% соленых и 7% горько-соленых;

в) из 65 скважин 46 дали удовлетворительную, пригодную для питья воду с максимальным содержанием хлора до 500 и серной кислоты до 150 мг/л. Максимальное же содержание хлора в скважинах этого района достигает 21 660 мг/л, серной кислоты 220 мг/л;

г) из 36 проделанных анализов воды, взятой из шахтных колодцев, среднее содержание: хлора — 1250 мг/л, сульфата — 331 мг/л; жесткость от окиси кальция — 16°,9; жесткость от окиси магния — 6°,4; общая жесткость — 23°.

Дебит с глубиной возрастает слабо. В среднем он равен 11,5 л/сек. Наименьший дебит связан с верховодкой. По мере углубления и возрастания дебита начинает сказываться опресняющее влияние коренных горизонтов. Резкое снижение минерализации при больших дебитах связано с песчаными водоносными горизонтами, что имеет место в урочище Тюленка.

Очагами скопления пресных вод являются эоловые отложения мощностью до 5 м. Как качество, так и количество вод, аккумулирующихся в дефляционных котловинах, весьма непостоянны. Глубина залегания их варьирует от 1,5 до 4 м с дебитом 0,07 л/сек. В случае же залегания песков большими массивами дебит увеличивается до 0,5 л/сек (пески Ангучин-Гашун, Давна-Гашун).

Прикумская низменность. Особый интерес в гидрогеологическом отношении представляет южная часть степи с ее довольно мощными артезианскими водами. В пределах этой полосы высоконапорные воды приурочены к осадкам апшерона и обнаружены в ряде пунктов. Группа артезианских колодцев известна несколько южнее границы Прикаспийской степи, на территории Северного Кавказа. Здесь с глубины 170 м поднимаются совершенно пресные напорные воды. Они же вскрыты глубокой скважиной в главной экономии совхоза «Светлый Ерик» на глубине 186 м с дебитом 5,5 л/сек. Севернее эти воды были прослежены во многих буровых скважинах, заложенных Мелиогидростроем на участке того же совхоза. Во всех скважинах была встречена вода на глубине от 150 до 192,2 м. Еще

севернее вблизи Состинских и Можарских озер расположены старые артезианские колодцы глубиной в 128 и 200 м. Приток воды в этих колодцах вследствие их загрязненности незначителен — 0,5 л/сек.

По характеру минерализации артезианские воды апшеронского яруса весьма различны и изменяются от совершенно пресных до горько-соленых. О количестве содержащихся в этом водоносном горизонте солей могут свидетельствовать данные химического анализа пробы воды, взятой из буровых скважин, заложенных в главной экономии совхоза «Светлый Ерик» и севернее, около Состинского и Можарского озер. Анализ воды из скважины в главной экономии совхоза дал следующие результаты: плотного остатка (при 110°)— 1319 мг/л, жесткость 32°,9. Для более северных участков степи наблюдается иной химический состав вод, о чем свидетельствуют результаты анализов воды из скважин Можарской, Состинской и Адыкской.

На основании данных химического анализа можно заключить, что степень концентрации воды возрастает в направлении с юга на север от совершенно пресных вод до солоноватых. Характерной особенностью этих вод является наличие газа, который выделяется вместе с водой в виде пены и иногда в таком большом количестве, что при поджигании спичкой загорается синим пламенем. Какова площадь распространения этого артезианского бассейна к северу и северо-востоку, определить точно не представляется возможным; так, в Адыках вода встречена была уже на глубине 87 м; к северу же, в окрестностях Черного Яра, а также в с. Тундутове и Малых Дербентах скважины глубиной до 170 м высоконапорных артезианских вод не обнаружили. По-видимому, граница бассейна проходит значительно южнее с. Тундутова.

Прикаспийская низменность. Этот район представляет собой узкую полоску, включающую восточную часть низкой степи, примыкающую к Волге, и ильменную часть моря. Ильмени от дельты Волги распространяются на запад километров на двадцать пять. Воды ильменей преимущественно пресные. Степень минерализации их под влиянием вод Каспия возрастает с севера на юг. В направлении с востока на запад наблюдается тоже постепенное засоление вод в силу того, что последние располагаются на минерализованных каспийских осадках.

Воды ильменей не имеют устойчивых границ, а беспрерывно смещаются в ту или другую сторону под действием ветра. При юго-восточных ветрах соленые воды Каспия подходят к ильменям и засоляют в них воду; ильмени переполняются приносимыми из Каспийского моря водами и общий уровень вод в этих случаях значительно поднимается. При обратном направлении ветра ильменские воды выгоняются в море, обнажая на большом расстоянии дно ильменей.

Приманычская полоса представляет собой грабеноподобное опускание, расположенное между Ставропольским антиклинальным поднятием и Сальско-Ергенинским плато. Район Манычской депрессии характеризуется разнообразием слагающих его геологических напластований. По южной окраине Ергеней в ряде пунктов известны выходы глинисто-песчаных пород чокракского, караганского, сарматского и понтического возрастов. Наконец, широким распространением здесь пользуются отложения Каспийской трансгрессии: бакинского, хазарского, хвалынского ярусов.

Рельеф Приманычской полосы — равнинный, особенно в восточной части. В западной части более, нежели в восточной, поверхность степи изрезана долинами балок, впадающих с севера в р. Западный Маныч и нарушающих равнинный характер.

Подземные воды Приманычской полосы приурочены к конкским, апшеронским и каспийским осадкам. Воды конкского и караганского горизон-

тов характеризуются значительным напором. В урочище Шар-Булук глубокими скважинами в свите светло-синих и сероватых слюдистых песков со Spaniodontella на глубине от 20 до 32 м встречены напорные воды с дебитом 0,6 л/сек. Родники же, расположенные в балке, с глубины от 5 до 9 м дают около 0,28 л/сек пресной, сладковатой на вкус, сероводородной воды. В последние годы горизонт напорных вод был обнаружен еще далее на запад, на территории ряда совхозов. Скважинами были встречены два водоносных горизонта: один на глубине 42,4 м в верхней части свиты серых глинистых песков с несомненно апшеронской фауной, другой в их основании на глубине 80,0 м. Верхний горизонт имеет большой дебит и более минерализован. Содержание хлора в воде превышает 5000—7000 мг/л, сульфата — 3151 мг/л.

Нижележащий водоносный горизонт залегает на глубине от 80 до 118 м; по качеству вода пригодна для водопоя. Количество хлора содержится от 1545 до 3260 мг/л, сульфата — 101—129 мг/л. Дебит этого водоносного горизонта колеблется около 1,2 л/сек. Вследствие гидрогеологического сходства западной части Приманычской полосы с южной частью низменного Прикаспия (Прикумская низменность) этот район тоже можно отнести к «району обводнения напорными артезианскими водами». Что касается урочища Шар-Булук, то ни по геологическому строению, ни по химизму вод и выделявшимся из них газам объединить его с низким Прикаспием в один гидрогеологический район нельзя. Исходя из этого, последний приходится выделить в особый район.

Вышележащие подземные воды Приманычской полосы встречаются по лиманам и падинам в синих, синевато-серых песчаных глинах и песках хазарского яруса на глубине от 8 до 10 м и в весьма пестрых по своему литологическому составу осадках хвалынского яруса на глубине от 5 до 10 м.

Грунтовые воды хазарского яруса характеризуются плохим качеством и совершенно непригодны к употреблению. Воды, приуроченные к хвалынским осадкам, имеют дебит от 0,1 до 3 л/сек, и в большинстве случаев солоноваты. Из 56 скважин, заложенных на территории совхоза «Улан-Хечи», 3 скважины оказались с пресной, 6 с соленой и 47 с горько-соленой водой. Из 52 зарегистрированных колодцев 23% содержат пресную воду, 60% соленую и 17% горько-соленую. В среднем содержание солей в литре воды для скважин и колодцев совхоза «Улан-Хечи» и совхоза № 16 равно следующим величинам: в Улан-Хечи Cl — 9220 мг/л, SO_4 — 2700 мг/л; в буровой совхоза № 16 Cl — 1695 мг/л, SO_4 —1090 мг/л; в колодце совхоза № 16 Cl — 542 мг/л, SO_4 — 555 мг/л.

Пресные воды приурочены к колодцам, расположенным в котловинах выдувания. Кроме этого, неглубокие воды встречаются в делювиальных отложениях на склонах рек и балок, где залегают на глубине 5 м. В большинстве случаев они сильно минерализованы и совершенно непригодны к употреблению. Обычно очень большое количество открытых водоемов весной переполняется водами Маныча и является хорошим источником водоснабжения. Спустя несколько недель качество воды изменяется. Каспийские отложения содержат большое количество водорастворимых солей, которые способствуют быстрому засолению вод, делая их непригодными не только для питья населения, но и для водопоя скота. Минерализация воды в плесах особенно увеличивается в сухие месяцы.

На равнинных участках грунтовые воды залегают в каспийских осадках на глубине, не превышающей 5 м. На водораздельных же сыртах и склонах бугров воды колодцев углубляются до 5 м. Качественно эти воды весьма пестры. Средний суточный дебит в колодцах 0,08 л/сек (В. И. Первакова [64]).

ТЕРСКО-КУМСКАЯ ДЕПРЕССИЯ

Терско-Кумская депрессия располагается на восток от Ставропольского плато на берегу Каспийского моря. А. Н. Семихатов следующим образом ограничивает этот гидрогеологический район:

«Северная граница области идет по р. Манычу от устья р. Калауса до Олин-Кудукских копей, оттуда по прямой линии до Мажорской заставы и по р. Кудуку до Каспийского моря. Восточная граница идет вдоль Каспийского моря от Серебряковской пристани до Махачкалы на Алагирскую, проходя несколько южнее последней, и западная — через Атажуково и Маринскую до Ново-Георгиевска. Далее по рекам Подкумкуи Куме до с. Покойного и через Арзгир к устью р. Калауса. Северная часть района представляет обширную равнину, рельеф которой нарушают только долины рр. Кумы, Сулака, Аксая и Терека. С запада на восток она постепенно падает и спускается ниже уровня моря. Южная часть района осложнена полосами холмообразных возвышенностей, покрытых лёссом. В западной части они известны под именем Черных гор. Несколько севернее последних, к северу от Сунжинской долины располагаются Кабардинско-Сунжинский и еще далее Терский хребты, разделенные Алханчурской долиной. Наиболее восточные части этого подрайона вмещают хребты Брагунский и Гудермесский. Особняком между Терским и Сунжинским хребтами располагается небольшой Грозненский хребет, распадающийся на две самостоятельных брахиантиклинали — Старо-Грозненское и Ново-Грозненское нефтяные месторождения».

В геологическом отношении здесь наблюдаются некоторые отличия от Кубанской депрессии. Эоценовые отложения Терско-Кумского района выделены предположительно, возможно они здесь и отсутствуют. Достоверно установленные третичные отложения начинаются фораминиферовой свитой, которая залегает на верхнемеловых известняках, а вверху переходит в майкопскую толщу. Далее следуют свиты олигоцена и неогена, мощности которых испытывают резкие колебания от десятков до сотен метров. Они перекрываются отложениями каспийского типа.

Акчагыльские отложения, распространенные в районе очень широко, налегают на нижележащие свиты (до спириалисовых слоев включительно) несогласно и представлены разнозернистыми песками, грубыми песчаниками, галечниками и конгломератами, иногда раковинными известняками и туфогенными песками. В некоторых местах встречается глинистая фация акчагыла. Акчагыльские отложения развиты как в передовых (северных) грядах хребтов района, так и в равнинной части; мощность их колеблется от 250 до 450 м.

Апшеронская свита сложена глинами, песками, галечниками и конгломератами и развита примерно в тех же местах, что и акчагыльская; мощность этой свиты значительна и, вероятно, достигает 500—600 м.

Бакинские отложения представлены суглинками, песчаниками и конгломератами; они встречены в Хасав-Юртовском районе и предположительно в некоторых местах Дагестана. Точная мощность их не установлена, но, по-видимому, достигает нескольких десятков метров.

Антропогеновые отложения занимают большую часть района. Они развиты как в пределах равнинной части его, так и в долинах между хребтами. Среди антропогеновых отложений можно выделить как морскую фацию их, представленную глинами и песками, так и континентальную фацию. Первая распространена вдоль побережья Каспийского моря на равнине, лежащей к северу от Терека, а также в северной части Притерской равнины. В континентальной фации различают следующие отложения: а) флювиогляциаль-

ные пески и галечники, б) лёссовидные суглинки, в) развеваемые пески (бугристые и барханные), г) аллювиальные образования.

Тектоника Терско-Кумского района особенно сложна в южной части, где описывается интенсивная складчатость, разрывы, надвиги и т. д., направленные то на юг, то на север. Северная часть Терско-Кумского района отличается более спокойным залеганием отложений, образующих мульдообразное понижение с общим падением на север и северо-восток.

Гидрогеологические условия Терско-Кумской котловины изучены довольно слабо даже в таких местах, где имеется довольно много буровых скважин на нефть.

Водоносность тех или иных геологических свит обыкновенно описывается предположительно. Так, например, считают, что форминиферовая толща благоприятна для накопления подземных вод, но благодаря своему глубокому залеганию на площади она не имеет практического значения. Майкопская свита по литологическим условиям неблагоприятна для накопления подземных вод. Спириалисовая свита более или менее благоприятна для накопления подземных вод, но вода здесь обычно сильно минерализована, а иногда и солена. В некоторых буровых скважинах концентрация воды (Старо-Грозненского района) достигает 11 976 мг/л. Эта вода, неудовлетворительная по своему качеству, по-видимому, довольно обильна. Спаниодонтелловая свита дает воду слабоминерализованную там, где она вскрыта буровыми скважинами, имеющими глубину от 220 до 600 м. Иногда эти воды являются термальными. В некоторых случаях, однако, отмечены воды весьма жесткие — свыше 42°. Полагают, что воды этого горизонта обладают большим дебитом и напором. В нижнесарматской свите отмечают малообильные, но сильно минерализованные водоносные горизонты, иногда с запахом сероводорода. Такова же водоносность и среднесарматской свиты. Верхнесарматская свита, по-видимому, является наиболее благоприятной с точки зрения водоносности в данном районе. Подземные воды этой свиты не только вскрываются колодцами и скважинами, но и выходят в виде родников. Хотя вообще эти воды мало минерализованы, но в некоторых случаях встречаются и воды весьма жесткие и горькие. Водоносные горизонты меотической свиты вследствие быстрой фациальной изменчивости отложений имеют, по-видимому, только местное значение. Акчагыльские отложения обладают довольно обильными водами, но весьма пестрой минерализацией. Так, встречаются воды, имеющие плотный остаток в 68 мг/л (по данным И. Ф. Синцова) и такие, которые имеют несколько граммов плотного остатка на 1 л (по данным П. Н. Чирвинского). Таков же характер водоносности и апшеронских отложений. Каспийские отложения в некоторых местах обладают хорошими водоносными горизонтами, но с повышенной жесткостью — до 38°. Антропогеновые отложения включают подземные воды весьма разнообразного состава. Отмечают, что подземные воды, приуроченные к глинистым отложениям, сильно минерализованы и скудны, в песках же и галечниках они обильны и обладают слабой минерализацией.

СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЕ СКЛОНЫ СТАВРОПОЛЬСКОГО ПЛАТО

Район северо-восточных склонов Ставропольского плато резко отличается по своему геологическому строению от описанных выше двух районов. Простираясь от Маныча до предгорий Кавказа на юге, где граница его

проходит от Ачажукова, через станицу Ессентукскую до станицы Баталпашинской, район на востоке отделяется линией, проходящей от устья р. Калауса до селений Арзгир, Кресты, Прасковея и далее по р. Куме до устья р. Подкумка, а западной границей служит восточная граница Кубанской области.

Так называемое Ставропольское плато тянется в меридиональном направлении на север, где имеет своим внешним видимым продолжением Ергенинскую возвышенность. Рельеф его довольно однообразен, имеет вид пологоволнистой равнины, черты которой более резко выражены на юге. Именно здесь имеются отдельные возвышенности типа небольших столовых гор.

Плато прорезано небольшим количеством мелких рек и ручьев, обычно протекающих в довольно широких корытообразных долинах.

Как и во впадинах, здесь наиболее древними породами являются пласты фораминиферовой свиты — белые глины (с фораминиферами) г. Баталпашинска.

Далее следует майкопская свита темных сланцевых глин с сидеритом и гипсом и с редкими прослоями песчаников и песков. Эта толща, по мнению А. П. Иванова [32], достигает огромной мощности — свыше 2100 м.

Чокракская свита представлена песками, глинами и мергелями.

Спаниодонтелловая свита, весьма изменчивая в литологическом отношении, также представлена более глинисто-песчаными и мергелистыми разностями. Мощность этих двух свит колеблется от 15 до 100 м.

Нижний сармат представлен сланцеватыми гипсоносными глинами с прослоями известняков, то твердых, то мягких, мощностью свыше 100 м.

Среднесарматская толща представлена внизу слоями сероватых тонкослоистых известковистых глин, на которых лежат толщи преимущественно известковистого характера; общая мощность от 150 до 200 м.

Верхнесарматские отложения представлены известняками, песками, песчаниками и галечниками небольшой мощности (10—15 м).

Меотические слои указываются предположительно.

Акчагыльские отложения представлены грубообломочными разностями мощностью до 40 м. Апшеронские отложения развиты по нижнему течению рр. Мокрой, Буйволы и представлены глинистыми песками.

Антропогеновые отложения, образующие сплошной покров на поверхности плато, представлены как морской фацией каспийских отложений (бурые глины, серые кварцевые пески, весьма изменчивые в горизонтальном направлении), так и континентальной фацией, а именно: а) древнеаллювиальными образованиями (тонкозернистые, глинистые пески или лёссовидные супеси, реже галечники); б) современным аллювием (суглинки и глины, изредка засоленные); в) суглинистыми лёссовидными отложениями, представляющими покровные образования на поверхности плато; г) молодыми пресновидными суглинками, покрывающими древний антропоген и каспийские отложения.

В тектоническом отношении плато сложено более или менее спокойно залегающими пластами, которые весьма слабо дислоцированы. Падение пластов с юга на север весьма слабое.

В гидрогеологическом отношении Ставропольское плато освещено несколько больше, чем прилегающие к нему с запада и востока впадины. Здесь за последние четыре десятилетия проведено очень большое количество буровых скважин, однако последние распределяются по территории плато весьма неравномерно. С другой стороны, документация скважин часто весьма небрежна; палеонтологические и литологические определения нередко совершенно отсутствуют, точно так же как отсутствуют обычно высотные

отметки устьев скважин. В связи с этим часто невозможно установить принадлежность водоносного горизонта к тому или иному стратиграфическому горизонту. Поэтому общие характеристики водоносности и для данного плато в общем нередко носят провизорный характер.

В отношении форaминиферовых и майкопских свит можно отметить неблагоприятные условия для накопления в них подземных вод вследствие преобладания глинистых отложений.

В чокракских отложениях нередко преобладают песчанистые породы и, следовательно, создаются благоприятные условия для накопления подземных вод. Существуют выходы последних на поверхность в виде более или менее обильных родников. Вследствие наличия в чокракских пластах гипса и других солей нередко встречаются горько-соленые воды. В селе Александровском две буровые скважины, одна глубиной в 86 м и другая — в 202 м, дали восходящую воду. Однако точно возраст водоносного горизонта здесь не установлен. Не исключена возможность, что здесь встречены воды не чокракских слоев, а спаниодонтелловой свиты.

В спаниодонтелловой свите песчаные разности резко преобладают, почему она может считаться гидрогеологически благоприятной. В некоторых буровых скважинах встречены восходящие воды. Лучшая водоносность этой свиты предполагается в южной и юго-западной частях Ставропольского плато.

Вследствие глинистости нижнесарматской толщи водоносные горизонты в ней маломощны и иногда сильно минерализованы. В некоторых случаях, однако, встречены и воды, вполне пригодные для питья. Так, например, на Александровском винном складе вода, полученная из глинистых песков с глубины 8,7 м, дала плотный остаток 0,435 г/л.

В отложениях среднего сармата водоносна их верхняя песчаная часть, где С. С. Кузнецовым [43] выделяется три водоносных горизонта: 1) контакт фитониевых песков с темными песчанистыми глинами; 2) прослои светлых глин, залегающие в песчаной толще; 3) верхняя часть криптомактровых глин. Минерализация этих вод разнообразна. Иногда мы имеем весьма мягкие воды с жесткостью около 10—15°, иногда же жесткость их превышает 35°. Родники, питающиеся среднесарматской водой, обыкновенно дают воду хорошего качества.

Верхнесарматские отложения в гидрогеологическом отношении представляют аналог среднесарматских; иногда эти две свиты с точки зрения водоносности представляют одно целое. И здесь воды обладают весьма малым плотным остатком — около 75 мг/л.

Относительно водоносности меотической свиты имеются весьма неполные указания, а в некоторых случаях настолько неопределенные, что трудно решить, относятся вскрытые воды к меотическому или к акчагыльскому горизонту.

Водоносные горизонты понтической свиты считаются весьма благонадежными в отношении количества, но часто они сильно минерализованы. Некоторые полагают, что ухудшение качества воды понтических отложений наблюдается в зависимости от гидрогеологических условий прикрывающего их антропогена; под воздействием вод антропогена жесткость понтических вод возрастает от 10—15 до 80°.

Акчагыльская свита, благоприятная для накопления подземных вод, имеет только местное значение, так как обладает малым распространением. По-видимому, вода этих отложений должна быть слабо минерализованной или совершенно пресной.

Из отложений апшеронской свиты вода получается большим количеством буровых скважин преимущественно на территории бывшего

Прасковейского уезда (свыше 200 скважин). Вода этих отложений местами обладает значительным напором. Так, на б. Прасковейском винном складе имеется фонтанирующая скважина глубиной в 62,5 м и с расходом (самотеком) 2,5 л/сек. Вода слабо минерализована — 48,75 мг/л.В других случаях, например в с. Николаево-Александровском, вода значительно более минерализована, однако, по данным анализов, качество воды здесь заметно улучшается. Так, 28 мая 1908 г. плотный остаток равнялся 524 мг/л; 15 сентября 1909 г.— 415 мг/л; 26 июля 1910 г. — 382 мг/л. В некоторых случаях из этой свиты получается вода, непригодная для питья.

Воды каспийских отложений также имеют местное значение. Минерализация вод в них весьма пестра; наряду с анализами, показывающими хорошие качества (около 150 мг/л), есть анализы, которые дают плотный остаток, достигающий нескольких граммов на литр. Точно так же пестр химический состав подземных вод в континентальных отложениях антропогена.

Раздел III

ПРИМЕРЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУНТОВЫХ И МЕЖПЛАСТОВЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИЯХ НЕПЛАТФОРМЕННОГО ТИПА

XIII. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ УКРАИНСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА

От границ Украины с Белоруссией до берегов Азовского моря в направлении с северо-запада на юго-восток развита полоса гранитов, гранитогнейсов и других массивно-кристаллических пород, которые образуют мощный выступ основной массивно-кристаллической глыбы на поверхность (рис. 53). На значительной территории массивно-кристаллические породы покрыты палеогеновыми отложениями и реже антропогеном; выходы массивно-кристаллических пород на дневную поверхность приурочены к долинам рек, оврагов и балок; только в наиболее северо-западных частях этого массива, затем в Приднепровье и в Приазовье наблюдаются редкие выходы указанных пород и на междуречьях. Днепр прорывает этот массив в районе Днепропетровска. Подземные воды в пределах описываемого массива включены частью в образования самого массива и приурочены к его выветрелой поверхности, а иногда и к более глубоким трещинам, по-видимому, тектонического происхождения. Кроме того, они также имеются в осадочных толщах как морских, так и континентальных.

Водоносность антропогеновых отложений весьма незначительна. Грунтовые воды этой толщи обыкновенно довольно скудны, жестки и даже иногда солоноваты. Они могут иметь только местное значение в качестве источников мелкого индивидуального использования.

В палеогеновых отложениях воды представляют большой интерес, так как в некоторых случаях они довольно обильны и обладают более или менее хорошими питьевыми качествами. Однако основными водоносными толщами являются напитанные водой поверхностные выветрелые участки самого кристаллического массива.

Поверхность кристаллического массива чрезвычайно неровна, поэтому осадочные толщи залегают весьма неравномерно: характерным примером могут служить геологические разрезы левобережья Днепра в районе Днепропетровска, составленные Д. В. Соколовым [77]. По возрасту породы, залегающие в понижениях размыва кристаллического массива, довольно разнообразны. На северном склоне преимущественно развиты отложения киевского и харьковского ярусов, а на южных склонах, кроме того, поверх палеогена развиты также и неогеновые толщи; по Днестру — отложения второго средиземноморского яруса, а в сторону Днепра — также и более высокие горизонты неогена. По литологическому составу почти все эти отложения содержат водопроницаемые пласты. Здесь встречаются песчанистые, мергелистые, известняковые и глинистые породы; их литологический состав, даже на сравнительно близких расстояниях, довольно невыдержан. Поэ-

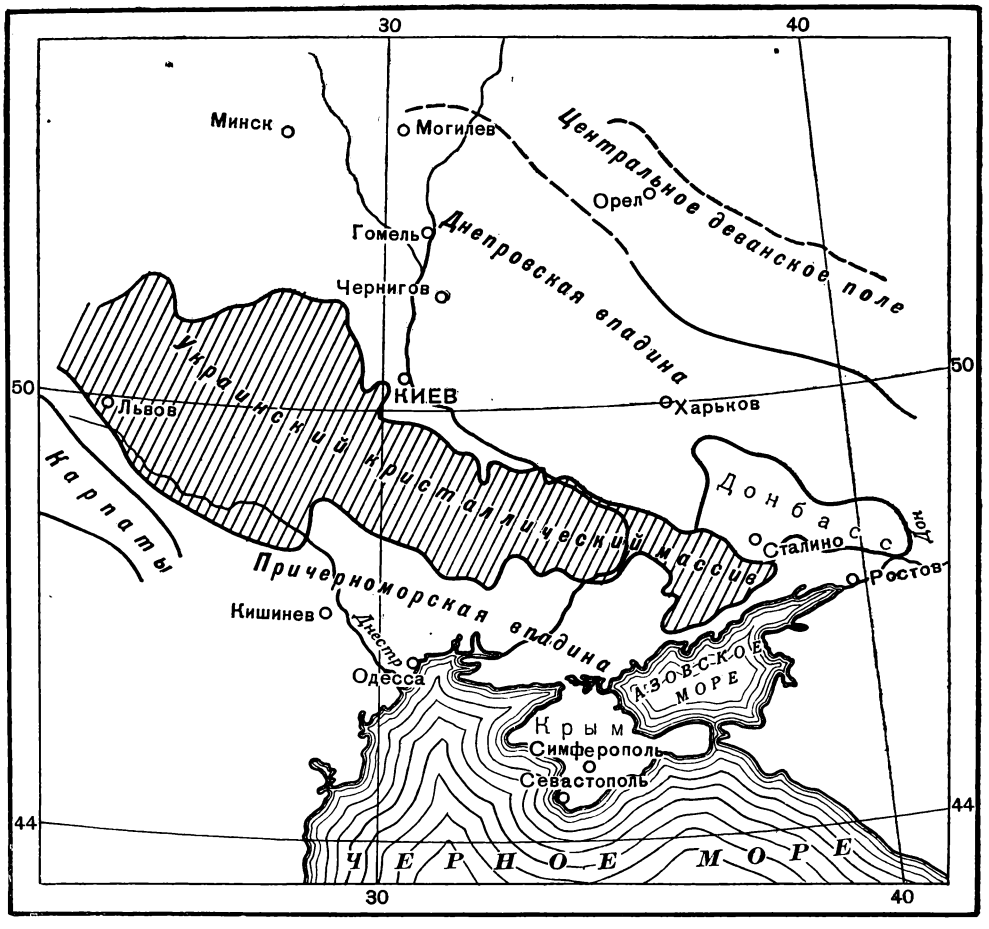


Рис. 53. Схема расположения Украинского кристаллического массива (по К. И. Макову)

тому условия питания и фильтрации вод в междуречных отложениях весьма разнообразны и меняются в пределах сравнительно небольших площадей. Вместе с тем так же непостоянен и химический состав грунтовых вод: среди них встречаются воды с плотным остатком от 0,5 до 4 г/л и более, во многих случаях отмечается наличие довольно значительного количества железа — до 2,5 мг/л. Это вызывает нередко закупоривание фильтра и цементацию вокруг него. Есть указания на то, что фильтры трубчатых колодцев закупориваются в 2—2,5 года; шахтные колодцы, фильтрующие через щебенчатый фильтр на дне колодца, закупориваются в 12—15 лет. Это вызывает необходимость периодической смены фильтров и чистки шахтных колодцев.

А. Н. Семихатов приводит анализы воды городского водопровода Кировограда, в которых плотный остаток колеблется от 476 до 722 мг/л, и указывает на то, что в анализах совершенно не отмечено присутствие закисного железа и сероводорода. Между тем вода фактически содержит такое количество сероводорода, что в градирне, специально устроенной для аэрации воды, запах его очень резок, а окисленное железо выделяется во время аэрации в таком количестве, что вода требует специальной фильтрации. А. Н. Семихатов отмечает также, что именно в результате закупорки фильтров и

цементации солями железа водоносного слоя в указанном водопроводе расход воды с 1910 до 1922 г. понизился с 20,7 до 16,4 м³/час.

Воды, приуроченные к самой массивно-кристаллической толще, количественно и качественно довольно разнообразны. В отношении происхождения вод было высказано две точки зрения, из которых одна объясняет наличие указанных вод фильтрацией с поверхности земли или из вышележащих водоносных горизонтов; согласно другой точке зрения, воды кристаллического массива, может быть, являются водами глубинного происхождения, так как кристаллический массив во многих направлениях разбит глубокими тектоническими трещинами. Косвенным подтверждением возможности такого происхождения хотя бы в некоторой части вод кристаллического массива служит то, что здесь наблюдаются в отдельных местах минеральные источники, по составу солей резко отличающиеся от широко используемых вод, заключенных в коре выветривания изверженных пород. В качестве довода, подтверждающего невозможность инфильтрации вадозных вод в трещины кристаллического массива, приводится то обстоятельство, что вся поверхность массива покрыта элювием, представленным каолином или сильно каолинизированными породами. Однако правильнее считать, что почти все напитывающие кристаллический массив подземные воды именно вадозного происхождения. Правда, не исключена возможность и магматического происхождения некоторой части вод этого района, в тех случаях, когда речь идет о радиоактивных водах, полученных из зоны разломов кристаллического массива и отличающихся большим напором. Вместе с тем не надо забывать, что значительный напор вод, наблюдающийся в некоторых скважинах, получающих воду из кристаллического массива, в большинстве случаев можно объяснить сравнительно высоким положением области питания, располагающейся на повышенных участках массива.

Глубоким бурением кристаллический массив разведан очень мало. Опыт бурения на воду в пределах восточной части этого массива, осуществленный в нескольких пунктах, например в Токмаке, Каларовке и других местах, дал очень скудные результаты. Вода, полученная из этих скважин, помимо небольших расходов, оказалась в некоторых местах чрезвычайно жесткой или даже соленой. По данным К. И. Макова, скважина в Софиевке, расположенная между Азовской и Подольской частями массива, прошла в граните 50,1 м и встретила воду, совершенно непригодную для питья: плотный остаток этой воды превышал 5 г/л, количество хлора в ней достигало 681 мг/л, а сульфата— 1305 мг/л. Однако в других местах, например в Смеле, Шполе, Мироновке, Кировограде, из толщ гранито-гнейса была получена обильная вода вполне удовлетворительного качества.

Буровые скважины, проведенные в совхозе Ульяновском в верховьях р. Арапки, показали, что в трещинах серого гнейса, который был встречен в скважине на глубине 30 м и пройден на глубину до 58 м (после чего скважина далее углубилась в роговообманковый гранит на 11 м), была вскрыта напорная вода; уровень последней установился на 29 м ниже поверхности земли. Расход почти пресной воды в этой скважине достигал 1,5 л/сек. Правда, плотный остаток ее все же оказался равным 1,4 г/л. Указывают, что в районе этой скважины гранитные карьеры, разрабатываемые с целью получения строительного материала, обводнены, причем существуют источники, выходящие из трещин обнаженных пород. Отмечают, что во многих случаях наряду с обводненными выработками встречались также и сухие выработки; можно думать, что вследствие неоднородности литологического состава кристаллический массив недостаточно однообразно выветрился:полосы интенсивной трещиноватости сменяются полосами более свежими, что и приводит к различной их обводненности.

На окраине Подольской мульды по линии Вознесенск—Никополь существует ряд скважин, доведенных до гранита, но не давших воды. К таким относятся скважины в Новополтавке, Верхнем Рогачике, Воронцовке, Никополе и в других местах. В Желтокаменке из скважины, проникшей в гранит на 13,5 м, получена пресная вода, а в с. Казанке из трещин кристаллических пород получена вода с плотным остатком более 6 г/л. Расход первой из этих скважин, при понижении приблизительно на 30 см, оказался равным около 0,9 л/сек.

Район Кривого Рога, по-видимому, обводнен довольно сильно, причем водоносными являются кристаллические и метаморфические породы и продукты их выветривания; наиболее обильны водами участки в долине Ингульца выше Кривого Рога и Саксаганский участок. В устьевых частях балок и речек здесь нередко выступают родники. При сравнительном обилии вода обладает большой жесткостью и плотным остатком до 2,4 г/л. В 1938 г. две скважины севернее Вознесенска, одна на глубине до 85 и другая до 75 м, вскрыли воду различного качества: плотный остаток воды равнялся в одной из них 2 г/л, а в другой — 0,9 г/л.

Водоносность гранито-гнейсовых продуктов выветривания практически доказана во многих случаях. Целый ряд родников, заболачивающих ложе оврагов и питающих верховья речек, вполне убедительно доказывает это. Всегда подобные источники особенно обильны в низовьях рек и оврагов и уменьшают свои расходы к их верховьям. К отрицательным качествам этой воды следует отнести то, что она, в особенности на пологих склонах, часто солоновата или даже солена. Местное население обыкновенно устраивает колодцы в наиболее низких частях долин, так как здесь колодцы имеют меньшую глубину и наилучшую воду. При устройстве колодцев выше по склону обыкновенно нарастают и глубина их и жесткость воды.

В неогеновых отложениях, покрывающих кристаллический массив, существуют более или менее постоянные водоносные горизонты. В литературе имеются указания на получение воды из известняков среднего сармата. Колодцы, эксплуатирующие эту воду, имеют в некоторых местах небольшую глубину; так, например, глубина некоторых колодцев в г. Летичеве не превышает 6,4 м, а в Хмельнике — 12,2 м. Приводимые И. Ф. Синцовым данные химического анализа вод из этих колодцев недостаточно полны, а приводимые сведения требуют некоторого обсуждения. Дело в том, что в Летичевском колодце при плотном остатке 38 мг/л общая жесткость колеблется от 15 до 25°, а в Хмельнике при плотном остатке около 44 мг/л жесткость колеблется от 14 до 19°. Весьма возможно, что здесь нужно к каждой из величин, определяющих плотный остаток, прибавить по нулю, иначе совершенно необъяснима высокая, не соответствующая плотному остатку жесткость этих вод.

Таким образом, в области Украинского кристаллического массива наблюдается наличие весьма разнообразных водоносных горизонтов, часть которых приурочена не к трещинной зоне самого кристаллического массива, а к его зоне выветривания, а также и к тем осадочным отложениям, которые скрывают этот массив под собой. В результате здесь на сравнительно очень небольшой площади и в маленьком масштабе мы встречаем развитие и типичных грунтовых и межпластовых водоносных горизонтов, как безнапорных (нисходящих), так и обладающих всеми признаками артезианских водоносных горизонтов (восходящих), что и побуждает выделить эту, правда еще сравнительно мало изученную, область в особый гидрогеологический район.

В последние годы в пределах кристаллического массива организована наблюдательная сеть Киевской режимной гидрогеологической станции и закончены, но еще не опубликованы сведения о новейших гидрогеологических исследованиях района.

XIV. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ УРАЛА

Уральский хребет литологически сложен разнообразными горными породами, располагающимися продольными полосами в меридиональном направлении. В пределах между равнинами, ограничивающими его с запада и востока, с гидрогеологической точки зрения можно выделить восемь геолого-геоморфологических полос, последовательно сменяющихся с запада на восток и имеющих различные гидрогеологические характеристики (рис. 54). В гидрогеологической литературе некоторыми авторами эти полосы неправильно называются «зонами».

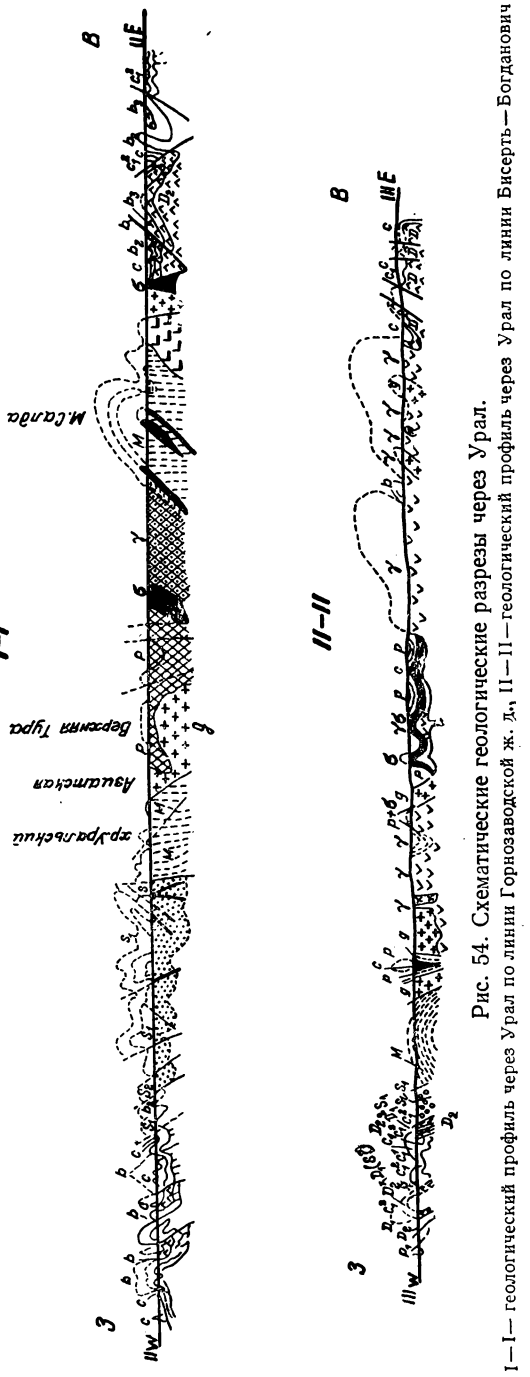


Рис. 54. Схематические геологические разрезы через Урал.
I—I— геологический профиль через Урал по линии Горнозаводской ж. д., II—II—геологический профиль через Урал по линии Бисерть—Богданович

1. Первой, считая с запада, является полоса (зона) осадочных, сильно дислоцированных, трещиноватых, частью надвинутых друг на друга с востока на запад, мощных толщ среднего и нижнего палеозоя. В средней части они образуют изгиб, обращенный выпуклой стороной к востоку. Возраст этих толщ—карбон, девон, силур. Благоприятные климатические условия и обильная трещиноватость, обусловленная как выветриванием, так и тектоническими причинами, благоприятствуют накоплению вод в этих породах. Здесь отмечают наличие жильных, фильтрационных и карстовых вод. Во многих случаях водоносные горизонты, заполняя горные породы, лежат очень близко к поверхности, в населенных местах они подвергаются значительному загрязнению. Химический состав вод тесно связан с литологией вмещающих их пород, с глубиной залегания и с длиной пути продвижения. В этой зоне можно выделить три гидрогеологически обособленных «подзоны».

а) «Подзона» известняков возраста от карбона до силура, сильно перемятых, трещиноватых и не выдерживающих своего литологического состава в направлении с юга на север. В породах этого возраста широко развит

карст. Воды в большинстве случаев обладают сравнительно высокой карбонатной жесткостью. Наблюдается большое количество источников, питающих в межень местные реки; системы трещин распространяются в известняках довольно разнообразно. По материалам Р. Е. Муравьевой, бурение, произведенное в долине р. Колбы, показало, что в известняках этого района развиты трещины двух родов: 1) поперечные по отношению к речной долине и параллельные простиранию известняков и 2) широкие открытые трещины, расположенные по нормали к первым.

На глубине 17 м здесь был встречен напорный горизонт, весьма бурно фонтанировавший, с выбрасыванием песка и гальки более 2 см в диаметре.

б) В «подзоне» угольной толщи точно так же имеются разбитые трещинами горные породы, поглощающие воды из известняков первой «подзоны». Местами угольные толщи имеют и свои водосборы — особенно там, где они выходят на поверхность. В этих толщах отмечается несколько малообильных самостоятельных водоносных горизонтов, бедность водой которых доказывается результатами водоотдачи выработок на уголь. Угленосные толщи во многих случаях разведаны буровыми скважинами, однако последние не дают какой-либо определенной картины условий залегания подземных вод; и уровень воды в них и расходы весьма разнообразны, что свидетельствует, во-первых, о маломощности водоносных горизонтов и, во-вторых, о большей или меньшей изолированности отдельных обводненных участков.

Обыкновенно отмечают, что воды, приуроченные к угольной толще, представляют собой воды повышенной кислотности — это так называемые шахтные воды угольной свиты. А воды, проникающие в нее из других толщ, преимущественно из первой вышеописанной «подзоны», обладают сравнительно большой жесткостью и нередко железисты.

Воды угольных шахт часто дают материал для суждений о том, что расходы шахтных вод обладают довольно резкими колебаниями, причем максимум расходов обыкновенно падает на май — июнь. В шахте Рудничной, которая расположена в середине Кизеловской мульды и имеет наклон 3°,5 на юг от р. Лысьвы, при проходке ее до 30 м приток воды был незначителен, затем он постепенно усиливался и достиг максимального расхода 6,9 л/сек на глубине 50 м.

в) «Подзона» нижнедевонских кварцитов и песчаников сложена породами также сильно трещиноватыми и сохраняющими трещины открытыми даже при выходе на поверхность. Воды мягкие, количество родников довольно большое. Перемещение подземных вод, по-видимому, очень ограничено, потому что в режиме их резко сказываются сезонные изменения климата: с уменьшением осадков и наличием морозов количество родников резко уменьшается, а крупные родники довольно сильно снижают свои расходы.

2. Полоса древних кристаллических сланцев палеозойского возраста, сильно дислоцированных и включающих подчиненные слои известняков, мергелей и кварцитов, располагается на перевальных частях Урала и входит в состав так называемой геологической свиты «М». Породы здесь прорезаны многочисленными дайками диоритов, реже гранитов. На крутых склонах наблюдаются большие толщи осыпей, нередко образующих «каменные реки». Особенно характерен район Бакальских рудников, более других изученный.

Здесь различают два водоносных горизонта — один, приуроченный к толще кварцитов и песчаников, мощностью до 150 м, и другой — к известнякам. Глинистые сланцы подстилают оба водоносных горизонта. Воды песчаников очень мягкие, жесткость их колеблется от 4 до 14°. Расходы родников, расположенных при Бакальской больнице, следующие (в л/сек):

28/VI 1927 г.— 0,4;
24/I 1928 г.— 0,11;
29/XI 1928 г.— 0,38;
16/IV 1929 г.— 0,48.

Температура воды этих родников колеблется в пределах от 4,8 до 5°.

Родники этого водоносного горизонта испытывают довольно сильные колебания.

Водоносность известняков была установлена буровой скважиной (глубиной 175 м), которая встретила обильные напорные воды.

В восточной части этой полосы подземные воды изучены очень слабо.

3. Полоса метаморфических и кристаллических сланцев, переслаивающихся кварцитами и интрузиями изверженных пород, занимающих преимущественно осевую часть Урала. Породы этой полосы также входят в состав так называемой свиты «М» и обладают одинаковыми с последней гидрогеологическими особенностями. В этой полосе наблюдается сравнительно большое количество как жильных, так и фильтрационных вод. Водоносны и кварциты и сланцы, так как последние при выветривании также дают сравнительно глубокую трещиноватость. Эта полоса характеризуется данными, добытыми при разведках и изучении шахт в районе Златоуста и в других местах. Количество родников в районе этого города доходит до 50, из них исследованы 30, а наиболее детально —22. Родники располагаются над рекой на различных уровнях: от 46,25 до 160—180 м. Некоторые из родников, входящих в состав изучаемой группы, обладают довольно большими расходами; однако даже и наиболее водообильные родники испытывают сравнительно резкие сезонные колебания. При этом на них нередко сказывается влияние длительных периодов засушливых лет. Один из наиболее известных родников этой группы, так называемый Гремучий родник, имел в августе 1926 г. расход 13,5 л/сек, 12 декабря того же года— 1,6 л/сек и, наконец, 10 марта 1927 г.— 0,7 л/сек. Расход родника стал быстро увеличиваться весной и 29 мая достиг 9 л/сек, но так как весна этого года была очень сухой, то уже в июне того же года расход этого родника снизился до 5,5 л/сек. Отношение максимального дебита к минимальному у этого родника равняется 1 : 34,5. По-видимому, такого же характера колебания свойственны всем родникам описываемой полосы.

4. Полоса основных изверженных пород дунито-пироксенито-габбровой магмы вытянута в меридиональном направлении и подразделяется на две «подзоны»: а) основных пород и б) змеевиков.

а) «Подзона» основных пород характерна тем, что здесь одни породы (дуниты, базальты) при выветривании дают мощные осыпи тонкопесчанистых железистых отложений, другие же (пироксениты и габбро) дают глинистые отложения. В связи с этим водопоглощаемость отдельных участков этой «подзоны» неодинакова. В первом случае она относительно высока, во втором ничтожна и облегчает поверхностный сток. Вследствие этого колодцы, расположенные иногда на сравнительно небольшом расстоянии друг от друга, дают различные мощности водоносного слоя и расходы. Для всех колодцев характерна сравнительно небольшая обводненность. Изучение трещин по кернам глубоких скважин иногда указывает как бы на некоторое увеличение количества трещин с глубиной; однако в данном случае, по-видимому, значительную роль играет также и характер горных пород, склонных выветриваться на большую или меньшую глубину. Дуниты менее трещиноваты, нежели пироксениты. Так, например, буровая скважина, проведенная на горе Соловьева в Нижнем Тагиле на глубину до 600 м, на всем протяжении шла в дунитах однообразного характера и отличалась полной безводностью.

Скважина, проведенная в гранодиоритах в 20 км от истоков Исети и прорезавшая комплекс габбродиоритов, порфиритовых туфов, зеленых сланцев, змеевиков и аппатитов, обнаружила по всей глубине довольно большое количество вод.

б) «Подзона» змеевиков характерна тем, что преобладающие здесь породы — змеевики — при выветривании дают большое количество тальковых глин, плохо водопроницаемых, так что часто наблюдается заболоченность слагаемых ими возвышенностей и логов; трещиноватость захватывает сравнительно неглубокую зону и прослеживается примерно на 6—7 м; в асбестовых копях она замирает уже на первых метрах. Вследствие этого змеевики обладают малыми запасами вод, к тому же воды в них обладают большим количеством магнезиальных солей, чрезвычайно вредно влияющих на организмы.

5) Полоса диабазов, порфиритов, диабазовых порфиритов, туфов, амфиболитов, рассланцованных порфиритов и туфовых зеленых сланцев с вкрапленными полосками палеозойских известняков. Эта чрезвычайно пестрая по своему литологическому составу полоса гидрогеологически мало изучена; имеющиеся отрывочные наблюдения отмечают большую бедность ее подземными водами; воды приурочены преимущественно к жилам диабазов, порфиритов и к так называемым «железным шляпам» рудных месторождений.

Характерным для этой полосы является район Свердловска; здесь первая из пробуренных скважин, глубиной 35 м, дала слабо истекающую железистую кислую воду; позднее группа других скважин дала до 26 л/сек воды. Вообще примерно такой же характер имеют подземные воды в этом районе: небольшие расходы, наличие в растворах солей железа и нередко кислая реакция.

6. Полоса гранитных интрузий. Эта полоса, собственно представляет отдельные поля на пространстве предыдущих трех полос, но эти поля в общем вытянуты с юга на север. Граниты этих полей очень сильно трещиноваты на глубину до 150—200 м, причем максимум трещиноватости наблюдается примерно на глубине около 60 м. Толща дресвы достигает иногда 19 м, в среднем она колеблется около 6—8 м, а в возвышенных местах падает до 0,5 м. Порода эта проницаема для воды. Коэффициент фильтрации в общем незначителен, но часто достигает сравнительно большой величины (0,006 см/сек). Дресва довольно равномерно и полно насыщена водой, однако мощных родников в пределах этих полей не обнаружено, что, вероятно, стоит в связи, во-первых, с небольшой площадью этих полей, а во-вторых, и с тем что водоотдача дресвы довольно мала. Так как под дресвой местами залегают трещиноватые кварциты, то возможны случаи, что при неправильном каптаже можно воду спустить в нижележащий трещиноватый массив и таким образом обезводить каптаж. Воды этой полосы обладают чистотой и мягкостью.

7. Полоса жильных гранитов (аплитов, пегматитов), порфиритов и кварцитов. Эта полоса, подобно предыдущей, также слагается из более или менее крупных полей, которые развиты в пределах предыдущих полос и точно так же вытянуты более или менее линейно с юга на север. Гидрогеологические условия отдельных полей неодинаковы. Дайки аплитов, располагающихся преимущественно в сланцевых породах. прослеживаются на глубину до 20 м и более и хорошо поглощают воду. В Баженовке (асбестовый район) колодец, заложенный на окраине аплитов, дал первый приток воды на глубине 5 м около 0,1 л/сек; на глубине 10 м приток повысился до 4,0 л/сек, а еще глубже — 10,7 л/сек. Вода оказалась слабощелочной и очень мягкой.

В бассейне р. Талицы были опробованы откачкой скважины глубиной от 35 до 49 м. Они показали незначительные расходы (около 0,35 л/сек), при этом жесткость воды вначале была всего около 3°, а позднее повысилась до 18°. Предполагают, что здесь имел место приток магнезиальных вод из соседнего болота.

Пегматиты содержат большое количество полевых шпатов и железистой слюды и дают при выветривании жирные железистые глины, закрывающие трещины и обусловливающие их маловодность.

Наиболее богаты водой жилы кварцитов, так как трещины их устойчивы при выветривании и остаются постоянно открытыми, а вследствие этого и водоносными. Шахты и другие подземные выработки нарушают водный режим кварцитовых жил. Из опыта установлено, что примерно до глубины 150 м приток воды в них увеличивается в связи с трещиноватостью кварцитов. Ниже этой глубины приток снизу прекращается, в некоторых шахтах водоотлив достигает более 10 л/сек; отвод воды горизонтальными выработками, отходящими от главной шахты, снижает обводненность последней.

Порфировые дайки обладают меньшей водоносностью в связи с их меньшей трещиноватостью.

8. Полоса известняков, мергелей, песчано-глинистых и угольных отложений силура, девона и карбона восточного склона Урала. По характеру пород в этой полосе выделяются две «подзоны»:

а) Первая «подзона» прилегает к осевой части Урала с восточной стороны и весьма неоднообразна по своим гидрогеологическим условиям. В ней развиты преимущественно известняки, мергеля и песчано-глинистые отложения. В северной части «подзоны» породы дренируются системой рр. Лозьвы, Ивделя и Сосьвы. Здесь накапливается довольно большое количество подземных вод, которые питают ключи, выходящие в целом ряде мест, и в частности в восточной части дна оз. Светлого (в районе Всеволодоблагодатского прииска). В некоторых случаях воды здесь были установлены неглубокими буровыми скважинами, которые показали, что верховодка (спорадически обводненные линзы) располагается на протяжении первых 10 м, ниже следует горизонт грунтовых вод, который держится на глубине 12—15 м. Такое положение было установлено в районе г. Богословска. Расходы буровых скважин в этих условиях дают величины, не превышающие 1—2 л/сек. При крутом наклоне пород, слагающих эту «подзону», известняки представляют пути дренажа для прилегающих толщ; в этих условиях известняки сами по себе часто маловодны, так как, будучи интенсивно разбиты трещинами, они быстро пропускают через себя притекающие к ним из контактовых пород воды. Иногда к известнякам приурочены небольшие источники. Наконец, в случае сильной дислоцированности известняки, достигающие значительной мощности, нередко перекрыты толщей третичных пород и антропогена. Здесь наблюдаются карстовые явления; нередко карстовые пустоты заполнены бурым железняком. Наблюдаются и подземные водотоки. Если известняки прорезаются речными долинами, то они обыкновенно осушены. Иногда в известняках наблюдаются песчано-глинистые прослойки, играющие роль водоупорных толщ; в этих случаях отмечают существование нескольких слоев, питающих родники, как например по рр. Каменке и Исети, где дебит родников достигает 6—10 л/сек, при температуре воды 3°,5 и жесткости 11—16°. В оврагах и логах трещинные источники дают расходы до 3 л/сек. В некоторых случаях известнякам, по-видимому, подчинены гипсы, и тогда жесткость вод доходит до 30°.

б) Вторая «подзона» заключает продуктивную толщу и песчано-глинистые прослои, ее сопровождающие; напоминая собою соответствующую

«подзону» первой полосы западного склона Урала, отличается от нее своей маловодностью. Водоотлив из шахт сравнительно небольшой—менее 2 л/сек; наибольшие притоки вод наблюдаются в местах интенсивного проявления дислокаций; например, в Егорщине до 1923 г. приток достигал 7,3 л/сек. По-видимому, водоносность приурочена к угольным песчанистым прослоям. Карстовые проявления на Урале, как указывалось, приурочены преимущественно ко второй и восьмой полосам. Во второй полосе выделяют три яруса карстовых проявлений — верхний, средний и нижний.

Верхний ярус мощностью до 50 м характеризуется вертикальным передвижением вод. Сюда входят (считая сверху вниз) толща выветривания, толща большой трещиноватости и толща интенсивного поверхностного дренажа. Средний ярус охватывает максимальное развитие межпластовых пустот. Здесь суммируются вертикальная и пластовая эрозия и коррозия водами. Наконец, нижний ярус охватывает область деятельности межпластовых вод (коррозии). В известняках трещиноватость наблюдается до глубины около 150 м в среднем, хотя отдельные трещины были встречены на глубине около 480 м.

В бассейне р. Опаленки наблюдалось исчезновение поверхностных вод в подземное русло и большое количество воронок, приуроченных преимущественно к долинам рек, а также к линиям контактов известняков, отличающихся один от другого своей литологией.

Некоторые из пещер имеют крупные размеры; так называемая Кизеловская пещера имеет длину до 200 м (вместе с отдельными ходами), высота ее достигает 16—20 м. В Кизеловском районе среди пород на разной глубине имеется довольно большое количество пустот как наполненных водой, так и сухих. Иногда буровые скважины встречают довольно крупные полости; так, например, в Кизеловском районе на глубине 28 м была встречена пустота, поглотившая два воза щебня. По-видимому, безводные пустоты преобладают на глубине 60—80 м.

В восьмой полосе активного карста не наблюдается; по-видимому, здесь имеет место ископаемый карст, сохранившийся со времен мезозоя. Нередко карстовые полости заполнены рудными гнездами. Остатки карстовых пещер и воронок указываются в районах рр. Ивдели, Ваграна и др.

На Урале различают р у д н ы й к а р с т, в котором пустоты заполнены каким-нибудь рудным телом или же в некоторых случаях аллювием, и н е р у д н ы й к а р с т, особенно развитый в бассейнах рр. Нейны, Пышмы и Исети.

В последние годы проведены весьма детальные исследования как гидрогеологических условий, так и карста во многих районах Урала (особенно на месторождениях угля и бокситов) с применением не только буровой, но и геофизической разведки. Однако эти данные опубликованы только частично (Д. В. Рыжиков [70], А. А. Огильви).

XV. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ЗАКАВКАЗЬЯ

Область Закавказья является исключительно сложной в геологическом, геоморфологическом и гидрогеологическом отношениях.

Гидрогеология этой области в общем еще недостаточно изучена. Ряд отдельных работ, иногда весьма детальных, относится к различным частям этого обширного пространства, но между собой эти работы почти не увязаны. Первую попытку представления общей картины гидрогеологических условий Закавказья сделал Ф. П. Саваренский, которому принадлежит небольшой, тщательно составленный очерк в книге «Материалы для характеристики ресурсов подземных вод по районам СССР» (1933). Позднее был составлен более обширный гидрогеологический очерк, в котором проводится

детальное гидрогеологическое районирование всего края. Этот очерк напечатан в «Справочнике по водным ресурсам СССР», не получившем широкого распространения.

Орографические условия, определяющие поверхностный сток и области питания подземных вод, позволяют выделить в ее пределах две крупные территории, из которых одна представляет собой водосбор, направляющийся в сторону Черного моря, другая — в сторону Каспийского моря. Северной границей этих двух территорий является водораздельная линия Главного Кавказского хребта, южный склон которого принадлежит Закавказью и представляет весьма малоблагоприятные условия для питания подземных вод как по своим литологическим условиям, так и вследствие своей весьма сложной тектоники. Южная граница проходит по нагорной области Малого Кавказа, отличительная черта которого — значительные площади распространения лав сравнительно недавних вулканических излияний и туфов.

Пространство, расположенное между Главным Кавказским хребтом и Малым Кавказом, разделяется так называемым Сурамским перевалом, представляющим как бы мост между этими двумя хребтами, делящий это пространство на две неравные части; западная из них занята в основном бассейном Риона и рядом горных потоков, спускающихся к Черному морю как с Главного Кавказского хребта, так и с Малого Кавказа, восточная же представляет собой обширную площадь, распространяющуюся от Сурамского перевала в сторону Каспийского моря, занятую бассейнами Куры и Аракса.

Западная, или Рионская, часть Закавказья обладает весьма мягким влажным климатом; количество осадков в районе Сухуми — Батуми — 2400 мм в год. Влажность воздуха в среднем достигает 70%. Эта область справедливо носит название советских субтропиков. Снежный покров свойствен только более или менее значительным высотам — приморские участки почти совершенно лишены его. В отличие от этого область Закавказья, обращенная в сторону Каспийского моря, имеет весьма малое количество осадков — около 240 мм в год, что характеризует ее как пустыню; однако от среднеазиатских пустынь Кура-Араксинская низменность отличается своей высокой относительной влажностью, которая даже в жаркое время года обычно не падает ниже 50%, тогда как в Кара-Кумах и Кызыл-Кумах в это время она иногда снижается до 10%. Различные климатические условия западной и восточной частей Закавказья являются в значительной степени причиной того, что подземные воды развиты в них совершенно по-разному.

Грунтовые воды Колхиды

Вся Колхида, и особенно Рионская низина, представляет собой низменность, ограниченную бортами со сравнительно крутыми уклонами, чрезвычайно напитанную подземной водой, имеющей сток к Черному морю; процессы выщелачивания всегда протекали здесь очень интенсивно, поэтому в настоящее время грунтовые воды весьма мало минерализованы.

В Колхиде выделяют семь гидрогеологических районов, из которых четыре приурочены к юго-западным склонам Главного Кавказского хребта, два — к Малому Кавказу, седьмым—центральным является район аллювиальной Рионской низменности.

а) Первый высокогорный район характеризуется развитием главным образом изверженных пород и наличием сравнительно большого количества источников, приуроченных к оврагам и речкам. Это область преимущественного формирования поверхностного стока, в которой условия для накопления грунтовых вод малоблагоприятны.

б) Вторым районом является карстовая область меловых известняков Западной Грузии. Здесь карстовые явления развиты довольно широко. Гагры, Кутаиси, Рача, Лехчум — известны своим карстом. Грунтовые воды, приуроченные к этому району, иногда дают многочисленные, довольно большие выходы родниковых вод. В районе Гагр отмечают два колодца глубиной 49 м, дающих большое количество воды с температурой около 10° и жесткостью около 7°,7. Обыкновенно, чем выше в горы, тем меньшими расходами обладают выходы родниковых вод. В этой местности известны также и карстовые озера.

в) В третий район выделена полоса третичных предгорий Главного Кавказского хребта. В этом районе, несмотря на преобладание поверхностного стока над инфильтрацией, грунтовые воды, в общем залегают сравнительно неглубоко; так, например, в Зугдиди колодцы имеют глубину всего от 1 до 10 м.

г) В четвертый район выделяется полоса Имеретинского гранитного массива, который отличается сравнительно большим количеством родников, обладающих, однако, небольшими расходами.

д) Пятый район представляет упомянутая выше аллювиальная Рионская низменность, характеризующаяся мощными накоплениями аллювиальных толщ. Конусы выносов втекающих в равнину потоков обыкновенно имеют тонкий суглинистый покров.

Территория, располагающаяся к югу от Кутаиси, считается благоприятной для поисков напорных вод. В прибрежной части Риона развито чрезвычайно интенсивное заболачивание. Колхидские болота известны с давних времен. В самых низких частях Рионская низменность сложена перемежающейся толщей частью современных морских, частью делювиальных отложений. Она наклонена к морю, а в самых ближайших к берегам частях отметки ее даже ниже уровня моря. Площадь ее исчисляется в 150 тыс. га. Так как Рион протекает в наращенных им самим берегах несколько выше окружающей его местности, он интенсивно питает грунтовые воды, заболачивающие низменность. В наиболее низких местах имеются значительные площади торфяников. В настоящее время для освоения этой области, которая всегда являлась рассадником малярии, произведены значительные осушительные мероприятия; из работ местного характера они превратились в мероприятия республиканского значения. В целом Колхидская низменность может характеризоваться как район, в котором все гидротехнические мероприятия направлены на борьбу с избыточным увлажнением.

е) Шестой район приурочен к северным склонам и предгорьям Мцхетского хребта. Здесь преобладают маловодоносные третичные глинистые отложения (флиш) и весьма важные в гидрогеологическом отношении туфобрекчии. К последним приурочено громадное количество родников, так как туфобрекчии представляют исключительно благоприятные условия для погло, щения как атмосферных осадков, выпадающих здесь в большом количестве так и поверхностных вод.

ж) Наконец, седьмой район приурочен к горному Аджаристану. Этот район точно так же отличается широким развитием андезитовых брекчий и туфогенного флиша, являющихся весьма благоприятными для поглощения поверхностных и атмосферных вод. Количество родников здесь значительное, а вода в них обладает исключительно хорошими качествами. В пониженных частях этого района, где развиты осадочные толщи, обилие грунтовых вод вызывает иногда весьма крупные оползни.

Грунтовые воды Прикаспийской области

Часть Кавказа, обращенная в сторону Каспийского моря, занятая бассейнами Куры и Аракса, в гидрогеологическом отношении построена сложнее. Здесь выделяют до двадцати четырех отдельных гидрогеологических районов, из которых часть приурочена к высокогорным областям как Главного Кавказского хребта, так и Армянского нагорья а часть — к низменным участкам. Все горные районы представляют собой области, сравнительно очень мало изученные в гидрогеологическом отношении. Не останавливаясь на перечислении всех этих районов, отметим наиболее существенные из них.

Грунтовые воды районов среднего течения Куры и Алазани. Прежде всего здесь можно выделить участок Куры в ее среднем течении, примерно от склонов Сурамского перевала до Тбилиси. Как долина самой реки, так и развитые здесь продольные долины, вливающиеся в первую, выполнены мощными галечниками и песчано-галечниковыми породами антропогенового возраста. Питаясь как за счет поверхностного, так и подземного стока со стороны окружающих их гор, они накопляют большое количество грунтовых пресных мягких вод, используемых в настоящее время в сравнительно ничтожном масштабе. Наиболее крупным водозабором из этих толщ является водозабор для Тбилисского водопровода. Речные долины, впадающие в Куру, богаты выходами родниковых вод.

Ниже Тбилиси река вступает в низменность, известную под названием Куринской. К северу и к югу от нее располагаются приподнятые равнины, сложенные третичными отложениями и прорезанные рр. Иори и Алазанью, стекающими с Главного Кавказского хребта. Эти равнины носят степной характер. По направлению с запада на восток, по течению рек, степи становятся все менее обводненными; глинистый характер толщ, слагающих степи, не благоприятствует накоплению атмосферных осадков, которых здесь к тому же очень мало. Только в тех местах, где на междуречьях и на склонах залегают галечники, наблюдается развитие водоносных горизонтов и появляются выходы источников (Кахетинская равнина с ее древними виноградниками). Вследствие малого размера площади, занимаемой этими галечниками, здесь едва ли может накопляться большое количество вод. В некоторых местах наблюдаются водоносные горизонты в верхнетретичных отложениях, но они обычно солоноваты. Наблюдаются источники и даже небольшие озера, богатые глауберовой солью (район Мухравани). Далее к востоку, между Иори и Алазанью и между Иори и Курой располагаются степи Ширакская и Джейранчоли. В этой области грунтовые воды сильно минерализованы (наблюдаются и галитные) и очень малообильны; существуют и признаки нефти. Пресные родники представляют редкость, так как приурочены к очень маломощным современным галечниковым скоплениям. В пределах же самих долин, разделяющих возвышенные степи, наблюдаются довольно обильные воды в аллювиальных отложениях.

По правобережью Куры тянется довольно широкая долина, сложенная мощной толщей галечников, перекрытых суглинками, имеющими на западе мощность значительно большую, нежели на востоке. Галечники Куры сливаются с галечниками ее притоков. Некоторые реки, в особенности стекающие со склонов Малого Кавказа, несут настолько мало воды в меженное время, что ее не хватает на поддержание постоянного водотока — летом эти реки представляют собой суходолы, но в них существуют подземные потоки, которые направляются в сторону равнины. Для использования подземных вод здесь существуют особые сооружения, так называемые кяризы, широко развитые не только в этой местности, но и в Иране, и

в Афганистане, а также в среднеазиатских республиках СССР (особенно в Туркмении), где их называют «кяризы». В правобережье Куры грунтовые воды залегают на разных глубинах. У подножья Казахбеглинского плато отмечают обильные источники; на остальном пространстве воды залегают на глубине от нескольких метров до 50 м и более, в зависимости от рельефа.

По левому берегу Куры пониженные равнинные пространства встречаются сравнительно редко; это небольшие степные площадки, в которых грунтовые воды залегают на небольшой глубине, причем по мере удаления от района Куры глубина их залегания нарастает. К числу таких площадок-степей относятся Карагезская и Карасахкальская степи. При движении с запада на восток это первые участки Закавказья, в которых уже наблюдается интенсивное засоление грунтовой воды и почвы. Равнинность этих участков выражена настолько резко, что наблюдается взаимное сезонное подпитывание то реки грунтовыми водами, то, наоборот, грунтовых вод рекой.

Подземные воды долины Алазани развиты неодинаково на правом и левом берегах. В области правобережья имеются многочисленные родники; в районе склонов Гамборского хребта ими питаются многочисленные селения этого района. По мере движения на восток местность приобретает характер полупустыни. В области левобережья располагается наклонная равнина, примыкающая к слонам Главного Кавказского хребта. Она сложена галечниками, перекрытыми суглинистым чехлом. На склонах хребта выпадает сравнительно большое количество осадков, которое обеспечивает питание галечников левобережной Алазанской равнины. Благодаря этому здесь имеются весьма благоприятные с народнохозяйственной точки зрения условия развития грунтовых вод, обусловливающие значительное заселение этой области, так как грунтовые воды обеспечивают и водоснабжение и орошение в довольно большом масштабе.

Грунтовые воды района слияния рек Куры и Аракса. Область слияния рек Куры и Аракса представляет собой весьма обширную низменность, площадь которой превышает размеры Рионской низменности примерно в 12—15 раз.

Притоки Куры и Аракса, пересекая эту низменность, разделяют ее на ряд изолированных участков — степей. Здесь располагаются следующие степи: на левом берегу Куры — Ширванская степь, на правом берегу — Карабахская и Мильская степи (до устья Аракса), между Араксом и Курой — Муганская степь и между Курой и ее притоком Акушей — Сальянская степь. Последняя прилегает к Кызыл-Агачскому заливу и Каспийскому морю.

Все эти степи обладают богатейшими почвами, но их освоение затруднено процессами засоления при орошении их, поэтому еще в дореволюционное время были предприняты попытки для изучения их водного и солевого режима. Одной из первых подверглась изучению Муганская степь.

С точки зрения освоения в наиболее благоприятных условиях находится Карабахская степь. Она сложена галечниками и песками и несет песчано-глинистую покровную толщу. Благодаря крутым склонам рельефа здесь хорошо обеспечены как поверхностный, так и подземный стоки. Глубина грунтовых вод, довольно большая на подгорных участках, уменьшается по мере приближения к Куре. Грунтовые воды пресные и нередко используются как для водоснабжения, так и для орошения. В подгорных условиях грунтовые воды выводятся на поверхность при помощи кягризов. Здесь пресные мягкие воды. Вблизи Куры грунтовые воды залегают очень близко к поверхности и обладают уже довольно высокой концентрацией. Буровые скважины установили в ряде мест на больших глубинах водоносные гори-

зонты, имеющие межпластовый характер (наличие напора до самоизлива), однако эти горизонты не подвергались детальному исследованию.

Карабахская степь в основном сложена выносами целого ряда потоков из пределов Горного Карабаха (рр. Тертер, Хачик и др.). В отличие от этой, другие перечисленные степи сложены в своих западных частях преимущественно отложениями Куры и Аракса, а в сложении восточных частей их принимают участие уже каспийские отложения. Грунтовые воды залегают значительно ближе к поверхности — на глубинах 2—5 м, хотя и здесь в сторону предгорий глубина залегания их несколько увеличивается; в низменных же частях она нередко составляет менее 1 м. Здесь существуют и озера с соленой водой.

Грунтовые воды формируются как за счет осадков и поверхностного стока со стороны горных склонов, так и за счет инфильтрации из Куры и Аракса, а в орошаемых районах, конечно, и оросительные воды играют большую роль в питании подземных. Уклон поверхности почвы чрезвычайно мал, местами падает до 0,001; уклон грунтовых вод в связи с этим также ничтожен. Основной источник расхода грунтовых вод здесь — испарение, причем по мере уменьшения глубины залегания грунтовых вод испарение капиллярно поднимающихся вод проходит более интенсивно и большее количество солей вносится в почву. В некоторых случаях содержание солей в почвенных водах достигает 100 г/л. Ничтожные уклоны поверхности затрудняют борьбу с засолением почв, так как при этих условиях невозможно осуществление дренажа грунтовых вод, чему препятствует залегание уровня грунтовых вод ниже уровня ближайших рек и моря.

Таким образом, по существу обильно обводненная область низменных степей Закавказья представляет собой область, в которой соленые и рассольные грунтовые воды имеют отрицательное значение. Для характеристики гидрогеологических условий этих степей несколько подробнее остановимся на описании Мильской степи, занимающей центральное положение среди других степей, и, кроме того, на Ереванской низменности, представляющей тип менее крупной межгорной долины — впадины.

Мильская степь. В пределах Мильской степи (по В. А. Приклонскому) можно выделить ее предгорную часть, сложенную в основном более или менее грубообломочными материалами, и примыкающую к ней равнинную часть, в которой покровные отложения сложены делювиальным суглинистым материалом.

В предгорном районе хороших естественных обнажений совершенно нет, их можно наблюдать только в обрыве так называемой «структурной линии» вдоль Аракса. Характеристику отложений в предгорной зоне дает скважина глубиной до 100 м, вскрывшая толщу коричневых или красноватых галечников, тяжелых суглинков и глин, в основании которых на глубине 96 м был встречен прослой конгломерата мощностью до 60 см. Грунтовая вода была встречена на глубине 50 м от поверхности и обладала незначительными колебаниями уровня при дальнейшей проходке скважины.

Делювиальная степь освещена целым рядом шурфов и неглубоких буровых скважин. Повсюду в разрезах выступают палево-желтые лёссовидные суглинки. Характерной чертой этих суглинков являются почти полное отсутствие слоистости и наличие раковин наземных молюсков.

Южнее делювиальной степи располагается равнинное степное пространство (южная часть аллювиальной степи), которая располагается на сложенном аллювиальными образованиями левобережье современной долины Аракса, размывающего здесь высокую правобережную третью террасу. В центральной, а также в северной частях степи уже имеются отрицательные абсолютные высоты. В районе бугра Ширинкум в котловинах вы-

дувания на дневную поверхность выходят серые чистые пески с мелкой галькой, которые в других местах прикрыты толщей глин до 2—3 м мощности. На дне котловин собраны многочисленные, хорошо сохранившиеся раковины пресноводных моллюсков.

В породах, слагающих район Ширинкум, наблюдается довольно большое количество морских раковин. К западу от бугра Ширинкум пески сменяются песчано-глинистыми отложениями, а еще дальше по всему побережью Куры преобладают тяжелые глинистые отложения. Породы этих частей степи, судя по ряду разрезов, имеют большое однообразие. В этом отношении они чрезвычайно сходны с породами Муганской степи, которые до глубины 10—15 м сложены аллювиальными отложениями Аракса. Пестрота напластования уменьшается в северном и северо-западном направлениях: породы в полосе, прилегающей к Араксу, обладают довольно частым чередованием глинистых и песчаных отложений, так как здесь несомненно имела значение постепенная дифференциация и отмучивание материала, приносимого Араксом в образуемую им песчаную дельту. Отложения Куры очень мало изменчивы; более песчаные разности куринской фации представлены глинистыми песками, имеющими характер супесей и суглино-супесей. Кроме того, в них имеется и некоторое количество углистых прослоек гумуса. Скважина в районе Ширинкума, доведенная до глубины 80, 76 м от поверхности, дает хорошее представление о строении этой толщи. В указанной скважине грунтовая вода была встречена на глубине 3,9 м от поверхности и стояла на одном и том же уровне при бурении до самого забоя скважины. На глубине 0,68 м от поверхности буровая скважина вошла в пески, которые можно сравнивать с нижней серией пород в восточной части степи; мощность их здесь оказалась незначительной, и уже на глубине 5,43 м пески сменились глинами светло-серого цвета. В общем здесь было встречено три прослоя песков на глубинах 0,68—5,43; 16,26—25; 35,47—42,08 м, а с глубины 56 м и до забоя наблюдалось очень частое переслаивание глинистых и песчаных слоев с фауной. Наибольшие глубины залегания песков характеризуют южную окраину—«делювиальную степь». Здесь глубина нарастает по мере движения с юго-запада на северо-восток. Почти всегда воды залегают на глубине от 5 до 20 м (на юге); «аллювиальная степь» отличается преобладанием глубин залегания уровня воды от 3 до 5 м. Наконец, в центральных частях и к югу от разлива Ах-гель имеется солончаковая зона, в которой глубина залегания грунтовых вод колеблется от 0 до 2 м.

Питание грунтовых вод происходит за счет различных источников. Основное питание грунтовых вод Мильской степи с юго-юго-запада, а также со стороны Аракса. Кура на большом участке своего течения в пределах этой степи не дренирует грунтовых вод. По-видимому, расход воды в реке здесь имеет тот же характер, который был установлен Ф. П. Саваренским для соседней Муганской степи. Отдача запасов грунтовых вод происходит путем их капиллярного поднятия и испарения, а частью и транспирации растительным покровом. Капиллярная способность пород, так же как и пород Муганской степи, при большой величине испаряемости, достигающей 1000 мм и более, и при очень близком залегании зеркала грунтовых вод, служит указанием на то, что размеры вероятной отдачи грунтовых вод в атмосферу должны быть очень значительны. При этом по направлению к северо-востоку очень сильно снижается уклон зеркала грунтовых вод, а породы принимают все более тяжелый глинистый состав, так что для описываемых нами участков степи подземные воды приобретают характер грунтового бассейна, из которого, быть может, имеет место очень слабый сток грунтовых вод в Куру на участке несколько выше устья Аракса.

Химические анализы, как полные, так и сокращенные, позволили дать

общую картину засоления грунтовых вод района (рис. 55, 56). Удалось выделить шесть градаций по увеличивающемуся содержанию сухого остатка,

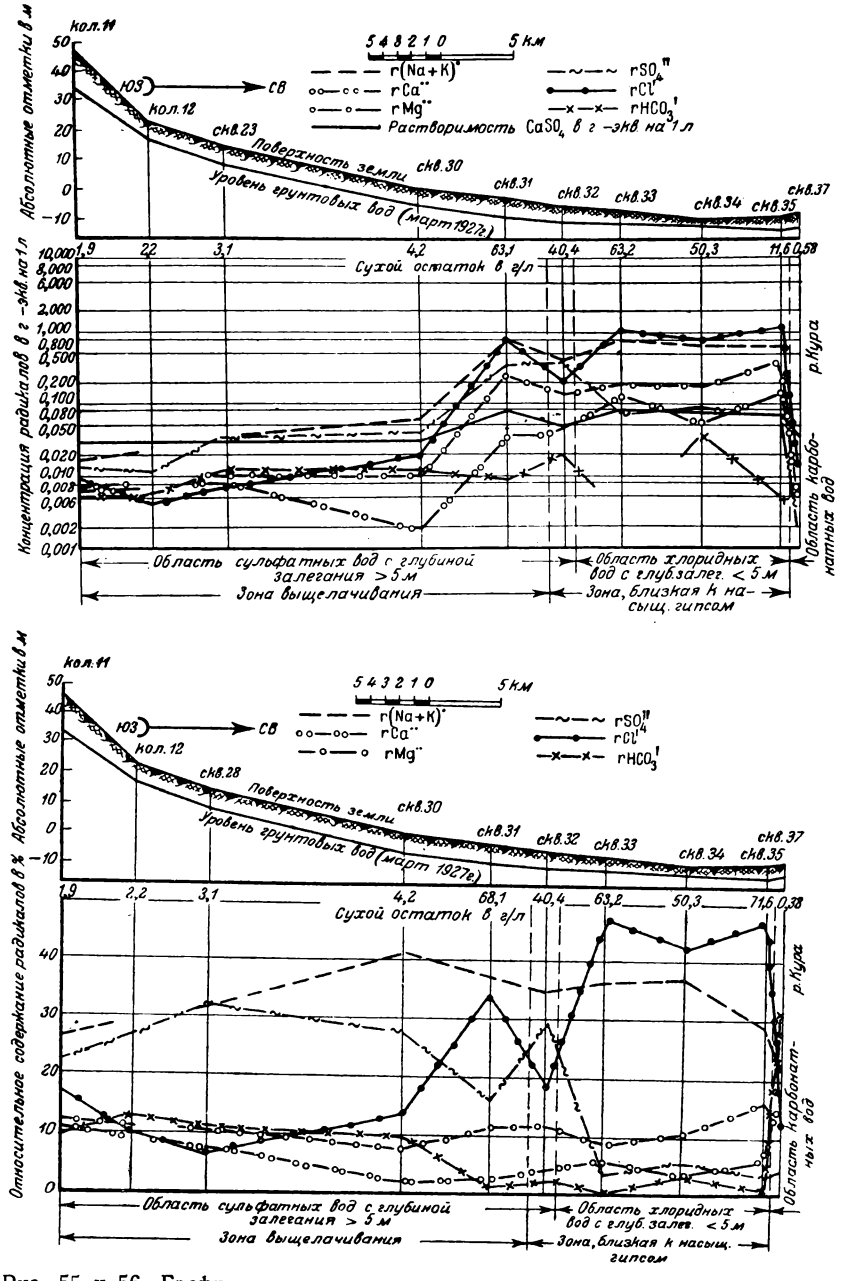


Рис. 55 и 56. Графики химического состава грунтовых вод Мильской степи (по В. А. Приклонскому)

а именно: 1) менее 2 г/л, 2) менее 5 г/л, 3) менее 10 г/л, 4) менее 50 г/л, 5) менее 100 г/л, 6) более 100 г/л.

По характеру солевого содержания можно выделить три зоны, из которых воды с наименьшей концентрацией, характеризующейся преоблада-

нием бикарбонатов, распространены в южной части делювиальной степи; с приближением к Араксу область вод этого типа расширяется в направлении на север. Соответственно первому типу вод распространяется второй тип сульфатных вод, развиваясь далее к северу. Вся северная часть степи, по крайней мере в большей своей части, характеризуется наиболее концентрированными растворами хлоридного типа.

Основными факторами, определяющими минерализацию грунтовых вод, являются климатические и гидрогеологические. Значительное влияние имеет характер процессов почвообразования; состав пород также играет роль, но небольшую. По-видимому, в данном случае в процессе концентрации подземного раствора активная роль принадлежит испарению воды. Таким образом, засоление почво-грунтов степи следует рассматривать как явление вторичное, вызванное комплексом физико-географических, а не литологических условий района.

В северо-западном углу степи, в районе разливов Ах-гель, расположен район местного опреснения. Здесь в результате прорывов речных вод образуются долго сохраняющиеся поверхностные озера, вызывающие как опреснение грунтовых вод, так и подъем их уровня. В южной части Приаракской территории также имеется значительное опреснение грунтовых вод, но здесь его происхождение сложнее: во-первых, незасоленные крупнообломочные породы, слагающие эту часть степи, обладают меньшей капиллярной способностью и лучше фильтруют; во-вторых, здесь наблюдается значительно больший уклон поверхности грунтовых вод. Оба эти обстоятельства ведут к уменьшению концентрации солей в грунтовых водах. Близость Аракса также благоприятствует в современных условиях питанию грунтовых вод и, следовательно, их опреснению. По направлению к северу грунтовые воды обладают меньшими глубинами, что обусловливает усиление испарения, а следовательно, способствует концентрации солей.

Ереванская низменность. В Ереванской низменности следует отметить горное обрамление, ограничивающее ее на севере и северо-востоке. Здесь развиты коренные породы средне- и верхнедевонские, каменноугольные, верхнемеловые и нижне- и верхнетретичные, эффузивы новейших покровов и, наконец, конгломераты, галечники и другие породы древних речных террас. Не останавливаясь подробно на рассмотрении этих пород, отметим, что они имеют большое значение для питания подземных вод равнинной части низменности.

В долинной части развиты только наносы, из-под которых коренные породы выступают очень редко; в пределах подгорного шлейфа коренные породы очень быстро скрываются под антропогеновыми отложениями. Какие именно породы залегают под последними в центральных частях впадины — не установлено. По указанию В. Ф. Захарова [30], буровые скважины глубиной до 50 м нигде не вскрывали толщ, подстилающих аллювий. Аракс делит Ереванскую низменность (впадину) на две части, из которых только левобережная входит в состав Армянской ССР; правобережье этой реки, располагается во владениях Турции и Ирана. Советский участок низменности в свою очередь может быть разделен на две части линией, проходящей примерно параллельно железной дороге Ереван — Улуханлу, но несколько северо-восточнее нагорья. К западу от этой линии до поста Кара-Кала каньон Аракса врезан в изверженные породы, среди которых преобладают андезито-базальты, вулканические туфы, в северо-восточной же части развиты перечисленные выше серии осадочных толщ.

Среди палеозойских отложений основную роль играют известняки среднего девона (в частности, слагающие массивы Дагна и Вели-даг); они замыкают на юго-востоке низменность и прорезаются Араксом (Волчьи Ворота).

Их мощность достигает 500 м. Для этих известняков характерна интенсивная волнистая складчатость и трещиноватость. Верхний девон гораздо меньше распространен, имеет значительно меньшую мощность и, кроме известняков, играющих здесь подчиненную роль, представлен еще кварцитами и известковисто-песчанистыми сланцами.

Среди толщ карбона различают его нижний и верхний отделы. В нижнем карбоне, достигающем мощности 300 м, установлены (снизу вверх): а) плотные известняки с редкими прожилками кальцита; б) плотные черные известняки с пропластками кварцита; в) известковистый песчаник; г) кристаллический известняк; д) мелкокристаллический известняк. В верхнем карбоне, достигающем мощности 75 м, указываются (снизу вверх): а) плотные темные известняки; б) розоватые кварциты; в) твердые песчанистые известняки.

Из мезозойских отложений развит только верхний мел, представленный сеноманскими конгломератами мощностью до 300 м (зеленого и фиолетового цвета внизу, фиолетового и серо-фиолетового вверху, с прослоями мергеля, умножающимися кверху), а также туронскими и сенонскими пестрыми мергелями, с прослоями галечников, общей мощностью до 200—250 м.

Из кайнозойских пород распространены палеогеновые — между рр. Веди-чай и Гедар-чай, и неогеновые — небольшими участками по рр. Занга и Гедар-чай.

В палеогене различают: 1) нижнеэоценовую свиту конгломератов и глин, до 100 м мощности; 2) средне- и верхнеэоценовую свиту известковых песчаников, мергелей и нуммулитовых известняков общей мощностью до 500 м; 3) олигоценовую свиту — глины, песчаники и конгломераты общей мощностью до 250 м; желто-зеленые глины и песчаники мощностью до 1000 м; красные глины и сероватые песчаники мощностью до 700 м.

В неогене различают: 1) гипсоносные глины, до 800 м мощности; 2) оолитовые известняки (сармат?), до 15 м мощности; 3) конгломераты (плиоцен?), до 40 м мощности.

В основании антропогена залегает толща разнообразных вулканогенных и осадочных материалов, состоящих из одного или местами двух прослоев базальта, перемежающихся конгломератами и гипсоносными глинами. Мощность этой толщи от 10—15 до 75 м. Вся эта толща переслаивающихся таким образом слоев перекрывается иногда эффузивными туфами. В конгломератах и гипсоносных слоях, относимых к антропогену, фауна не встречена.

Близкими по возрасту к аллювию Аракса считаются травертины. Последние занимают значительную площадь по левобережью р. Веди-чай до ст. Давалу, а также по р. Гарин-чай и в других местах, например по р. Занге, где, впрочем, они имеют незначительное распространение. Травертины встречаются то в чистом виде, то цементируют брекчии, пески или, реже, вулканический пепел; мощность их достигает местами на склонах горы Эранос 10 м, а на склонах горы Сарай-булаг — 35 м. Местами травертины образуются и в настоящее время.

Конгломераты древних речных террас существуют лишь в виде останцов; в большинстве случаев они размыты и дали материал для современных галечников. Мощность конгломератов в останцах достигает 15 м.

Аллювий Аракса превышает 50 м мощности. Как правило, он слагается песчано-галечными толщами внизу и обогащен глинистыми материалами вверху, причем нередко пески и глины включены линзообразно. Аллювий Аракса развит далеко за пределами современного русла и стариц. В верхних частях долины, выше Занги, аллювий нагроможден беспорядочно, в

нижней же ее части, например в Араздаянской степи, довольно закономерно чередование глин и песков, к которым приурочены три водоносных горизонта.

Значительную роль в заполнении Ереванской низменности играют наносы как притоков Аракса, так и обширной овражной сети; и те и другие дают характерные конусы выносов. Собственно говоря, и наносы Аракса ниже поста Кара-кала имеют характер сухой дельты.

Эоловые отложения распространены ничтожно и представлены бугристыми и барханными холмиками высотой до 1—1,5 м.

В предгорьях изверженные породы играют существенную роль в верхней части низменности от поста Кара-кала до междуречья Гедар-чай — Гарни-чай. Среди них различают интрузивные и эффузивные серии.

К первым относятся юрские (?) габбро-диабазы, сильно выветрившиеся, зеленого цвета, порфирового сложения, выступающие севернее селения Беюк-Веди (что на р. Веди-чай), и андезиты (антропоген?) в вершине горы Боз-Бурун. Их гидрогеологическое значение ничтожно.

Вторые представлены имеющими широкое распространение андезито-базальтами (вся западная часть области), вулканическими туфами (в виде останцов в той же части долины) и, наконец, трахитами (выступающими между рр. Веди-чай и Гарни-чай на небольших площадях).

Почти все указанные выше толщи водоносны. Так, известняки среднего девона дают родники, среди которых наиболее известны родники «Большой Садарак» — группа жильных выходов с температурой 17° и расходом до 275 л/сек.

Из верхнего девона хорошо известны три линии родников на склонах горы Сарай-Булах: 17 родников группы «Давалинских», частью насыщенных углекислотой, отлагающих травертины, с температурой 19—22° (субтермы) и общим расходом до 118 л/сек. В этой группе особенно известен родник (целебный) Ах-гель, кислый с температурой 21° и расходом до 104 л/сек.

Из толщ карбона вытекает пять источников, среди которых самым значительным является родник пресной воды Асни.

Из отложений сеномана известны два сильно минерализованных родника, отлагающих травертины, с расходом до 2 л/сек и температурой 12—18°.

Из мергелей турона и сенона выходит ряд родников, большей частью сильно концентрированных, с температурой то более ровной (12—14°), то сильно колеблющейся — утром 11°, вечером 17°, с общим расходом до 75 л/сек.

Из песчаников и конгломератов нижнего эоцена выходит довольно много родников, которые по качеству воды делятся на три группы: а) сильно концентрированные, связанные с гипсоносными породами, б) слабо концентрированные, без углекислоты, и в) «минеральные», содержащие углекислоту и отлагающие травертины. Родники первой группы дают около 6 л/сек, второй — около 4 л/сек и третьей — до 12 л/сек, при температурах 12—15°.

Из песчаников и конгломератов олигоцена известно незначительное количество ничтожных родничков по оврагам, то пресных, то солоноватых.

Из эффузивов широко известна Кырх-булахская группа родников. По берегу Кара-су зарегистрировано до 324 родников, помимо выбивающихся в русле Кара-су, не имеющем будто бы иного питания, кроме родникового. Все воды этих родников пресные.

В питании грунтовых вод низменности принимают участие:

1) Воды, идущие из нагорья и из подгорной полосы; они представляют наиболее мощный источник питания, что было установлено при построении карт гидроизогипс для этой степи. Нагорные источники частью стекают в долину по поверхности и, только пройдя некоторую часть по степи, растекаются и исчезают в ее наносах, другие же выходят непосредственно под наносами; в некоторых местах наблюдается «пробивание» аллювиальной толщи источниками, движущимися из подгорной полосы в степь (родники Камирлю, Учкерик и др.). Наиболее известными являются Ангергельские родники в верхней части долины.

2) Воды, идущие в аллювиальных наносах и сухих дельтах (конусах выносов) притоков Аракса. Эти воды идут мощным потоком в галечниках и занимают довольно большие площади при выходе последних в долину Аракса. Влияние этих притоков неодинаково.

3) Водостоки рек, омывающих низменность. Влияние последних в различное время года неодинаково. На некоторых участках русло Аракса настолько закольматировано, что никакой инфильтрации его вод в наносы не наблюдается. Это доказывается тем, что шурфы, проведенные в 1 м от реки, оказались совершенно безводными. В других местах, например в районе своих старых русел и в Кара-су, Аракс особенно интенсивно питает грунтовые воды. Конечно, влияние отдельных рек неодинаково.

4) Воды оросительных каналов. Последние играют заметную роль в водном режиме долины. Исследование этих вод освещает фильтрационные особенности тех грунтов, в которых заложены каналы и которые слагают эту степь. Проводились такие опыты: на профиле, пересекающем канал, по обоим берегам его рылись два шурфа в непосредственной от него близости; почти во всех случаях наблюдалось депрессионное поднятие грунтовых вод вблизи канала, но в некоторых случаях, наоборот, каналы дренировали грунтовые воды. В общем же оросительные воды канала поднимают уровень грунтовых вод в виде гребня, вытянутого вдоль канала. Этот факт имеет пагубное влияние в смысле засоления почв. Особенно же губительной является практика сброса оросительных вод на поля, на которых нет никаких дренажных устройств.

5) Наконец, некоторое участие в питании грунтовых вод принадлежит и водам атмосферных осадков. Неоднократно по замерам вод в шурфах можно было наблюдать, что выпавший в данный момент дождь поднимает грунтовые воды. Однако не удалось выяснить, в какой мере такого рода подъемы существенны для питания подземных вод, так как, несомненно, в течение летнего периода количество осадков значительно меньше испарения. Только в зимний период преобладают осадки над испарением.

Говоря об осадках, конечно, нужно иметь в виду только те осадки, которые выпадают в пределах самой низменности, а не те атмосферные осадки, которые, выпадая в нагорной области, дают начало крупным водоносным горизонтам, питающим грунтовые воды степей, как это указывалось выше.

Уровень стояния грунтовых вод в пределах Ереванской низменности значительно колеблется, при этом конечные точки колебания — максимум в апреле и минимум в октябре — для различных лет разнятся очень заметно. Амплитуда колебаний зависит от характера заключающих воду грунтов, от мощности водоносного слоя, от расстояния и характера источника питания водоносного пласта. Амплитуды колебаний между максимумом и минимумом уровня в исключительных случаях достигали величины от 5 до 0,20 м. Средняя амплитуда в большинстве шурфов равна приблизительно 0,5—1 м.

Характер хода кривой уровня следующий: первое общее поднятие на-

чинается в ноябре; в марте воды стоят высоко, а в некоторых шурфах достигают максимума, но в большинстве максимум достигается в апреле; высокое стояние наблюдается с марта по июнь, затем начинается падение воды почти во всех шурфах, причем в одних падение намечается уже в мае, в других — только в июне. Кривая режима не дает каких-либо существенных колебаний в пределах своего падения от мая — июня до октября.

В химическом составе вод наблюдаются следующие закономерности. На нагорной полосе наряду с преобладающими пресными источниками наблюдаются и минеральные. Последние всегда минерализуют в области своего движения долинные воды; это наблюдалось в целом ряде случаев. Таким образом, уже характер поступающих в долину вод как бы предопределяет степень концентрации и характер минерализации долинных вод. В пределах долины преобладают воды, имеющие плотный остаток от 0,5 до 1 г/л. Эти воды занимают наиболее западные участки долины. Максимальная засоленность вод в Карасуйском районе достигает 30 г/л. Воды Аракса обладают концентрацией от 0,34 до 1,4 г/л, воды Кара-су — 0,3, воды Занги — 0,36, воды Карни-чая — минимум 0,16, максимум 0,67 г/л. Преобладают биокарбонаты. В водах Аракса и Кара-су обнаружены также сульфаты.

Западнее меридиана, проходящего через селение Гегерлю, грунтовые воды всей долины в целом обладают плотным остатком от 0,5 до 1 г/л, и здесь преобладают бикарбонаты. Как исключение указывается один колодец, в котором наблюдался запах сероводорода, а в воде были установлены сульфаты.

К востоку от этого меридиана располагаются три центра засоления. В первом из них (истоки Кара-су) плотный остаток достигает 30 г/л; на первом месте стоят сульфаты, затем хлориды и, наконец, бикарбонаты. В тех местах, где концентрация вод меньше, количество бикарбонатов нарастает. Второй центр располагается к югу от первого, причем здесь преобладают бикарбонаты, а хлориды и сульфаты имеют переменное значение. Третий центр засоления восточнее ст. Эчмиадзин, здесь сухой остаток достигает 7 г/л, причем по периферии центра засоления на первом месте стоят бикарбонаты, на втором — хлориды и, наконец, сульфаты, но в самом центре этого района преобладают хлориды, а бикарбонаты стоят на последнем месте. Очень высокая концентрация наблюдалась и в Араздаянском районе, причем и здесь степень засоления неравномерна: в одном из пунктов интенсивного засоления сухой остаток достигает 37 г/л, а во втором — 67 г/л; преобладают хлориды, карбонаты почти отсутствуют.

XVI. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ДОНЕЦКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

Сложную гидрогеологическую область представляет так называемый Донецкий каменноугольный бассейн (Донецкая дислоцированная впадина)[1], изучение которого выявило его исключительно сложные гидрогеологические условия. Главный антиклинал и сопровождающие его боковые (параллельные) поднятия обусловливают наличие ряда самостоятельных районов. Глубокие разрывы еще более осложняют общую гидрогеологическую картину (еще очень мало освещенную), если принять во внимание 12-километровую мощность сложно дислоцированного карбона.

---

[1] Некоторые авторы рассматривают эту область, как часть синеклизы, которую называют «Днепровско-Донецкой».

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Гидрогеологические условия Донецкого каменноугольного бассейна чрезвычайно пестры в связи с его весьма сложным тектоническим строением. В основном бассейн сложен отложениями карбона, и тектонические формы залегания последнего послужили основой для районирования этой области. Оригинальность геологического строения отдельных крупных складок карбона заключается в том, что они почти всегда осложнены еще повторными, то более, то менее крупными складчатыми дислокациями, в которых по окраинам бассейна принимают участие также и мезозойские отложения, оси складок которых в общем подчиняются направлению складчатости карбона (рис. 57).

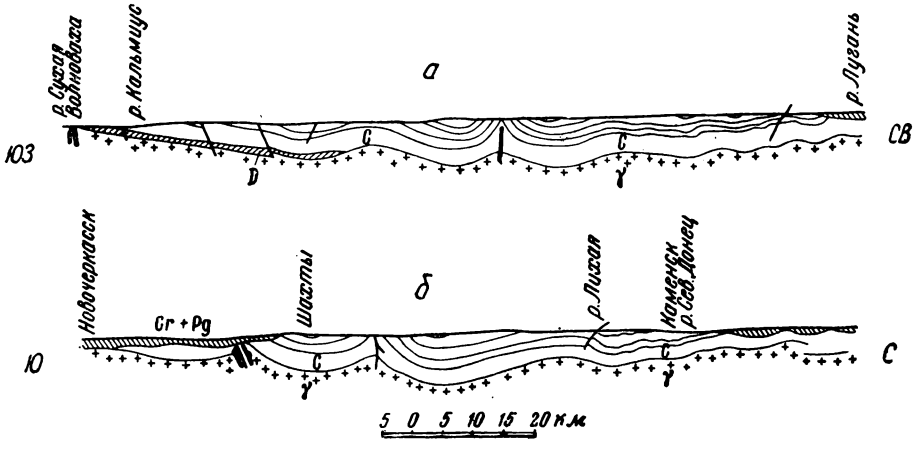


Рис. 57. Схематические геологические профили (по А. Д. Архангельскому) по линиям:

а) р. Сухая-Волноваха — р. Лугань
б) г. Новочеркасск — р. Северный Донец

В целом сведения о геологическом строении Донбасса могут быть сведены в следующих коротких положениях (см. также табл. 21).

1. Основной толщей, слагающей этот сложный геологический район, является 12-километровая толща палеозоя, представленная перемежающимися сравнительно тонкими слоями горных пород различной плотности, пористости и трещиноватости. Тектонически здесь наблюдается сеть мелких складок, осложненных разломами, а также надвигами одних толщ на другие.

2. Кровлей для палеозоя служит толща мезозоя, тектонически сопряженная с ней, достигающая 900-метровой мощности, налегающая на разные горизонты палеозоя.

3. Область выходов на дневную поверхность палеозойских пород, отмечающая сплошное развитие их поля и выделяемая в собственно Донецкий бассейн, достигает 23 000 км^2. Нижний мезозой обнажается только в северо-западной части бассейна. В остальной части мезозой представлен только верхнемеловыми породами, причем в некоторых случаях последние перекрыты палеогеном.

4. Контуры палеозойского скелета этой области обрисовываются в следующем виде: на юге палеозойские отложения налегают на кристаллический массив Азово-Подольской полосы; местами карбон здесь подстилается девоном. Линия контакта девона, а в некоторых местах карбона с кристалли-

Таблица 21

Геологическое строение Донецкого бассейна (по Е. О. Погребицкому и Н. А. Родыгину)

Системы	Подразделения	Петрографический состав и географическое распространение	Мощность, м
Антропогеновая (Q)		1. Лёссовидные суглинки с костями мамонта. 2. Морские песчано-глинистые отложения у Таганрога	0—50
Неогеновая (N)		1. Коричневый известняк-ракушник (понт). 2. Белые пески (меотис). 3. Серые известняки и глинистые отложения (сармат). 4. Глины (2-й средиземноморский ярус). Развиты местами вдоль южной границы бассейна	20—80
Перерыв			
Палеогеновая (Pg)		1. Песчаные накопления (полтавский ярус). 2. Песчано-мергельные отложения (киевский и харьковский ярусы). 3. Песчаные накопления (бучакский ярус). Развиты полно на севере, менее полно на юге	50—100
Перерыв, несогласное залегание			
Меловая (Cr)	Верхн. отд. Перерыв между сеноманом и туроном и перевыв между сантоном и коньяком	Мелоподобные мергеля и песчаные отложения. Окружают почти весь бассейн	400—550
Перерыв			
Юрская (J) Верхний отдел J_3 Средний отдел J_2 Нижний отдел J_1	1. Континентальная свита 2. Морская свита 3. Континентальная свита 4. Морская свита Два перерыва в средней и нижней юре	1. Песчано-глинистые отложения 2. Известняковая толща 3. Песчанистая толща Развиты в северо-западной части бассейна	350
Перерыв			
Триасовая (T)		Песчано-глинистые породы Северо-западная часть бассейна	100
Перерыв, несогласное залегание			

Продолжение табл. 21

Системы	Подразделения	Петрографический состав и географическое распространение	Мощность, м
Пермская (P)	P_2^1	Песчано-глинистая толща с гипсом и каменной солью.	Около
	P_1^1	Доломитовая толща. Северо-западная часть бассейна	1000
Переходные слои (пермокарбон)	PC_2 PC_1	Толща с медистыми песчаниками. Толща араукаритовых песчаников. Северо-западная часть бассейна	2200
Карбон (C)	Верхний отдел C_3	Свита C_3^3 — песчаники, сланцы,	700
		» C_3^2 — известняки, уголь	750
		» C_3^1 — песчаники, сланцы	540
	Средний отдел C_2. Главная площадь бассейна	Свита C_2^{4-6} — известняки, уголь	160—540 340—840 320—600
		Свита C_2^{1-3} — сланцы, песчаники, угли, известняки	600—1140 600—1400 340—500 более
	Нижний отдел C_1. Юго-западная часть бассейна	Свита C_1^{2-5}. Сложена из песчаников, известняков и нерабочих прослоев угля	1500
		Свита C_1^1 (начало визейского яруса и турнейский). Известняковая толща без углей	250
Переходные слои (C—D)		Темно-серые известняки и известковистые слои с фауной. Юго-западная часть бассейна	
Перерыв, несогласное залегание			
Девонская (D)		Песчаная толща с растительными остатками. Эффузивные и жильные породы. Юго-западная часть бассейна	
Перерыв, несогласное залегание			
Докембрий		Гнейсы, гранито-гнейсы, сиениты, эффузивные и жильные породы	

ческим массивом определяет южную границу бассейна. На севере ложе карбона скрыто, а отложения карбона уходят под мезозой.

Наиболее северной точкой распространения карбона является, по-видимому, район ст. Кантемировка в Воронежской области, где в буровой скважине он встречен на глубине около 60 м от поверхности земли.

Как на востоке, так и на западе сплошное поле палеозоя перекрывается слабоскладчатой толщей мезозоя; последний в свою очередь перекрыт почти горизонтально лежащей толщей палеогена. Точные границы распространения карбона и мезозоя в этих направлениях указать трудно, однако доказано, что распространение их выходит за пределы тех районов, для которых имеются гидрогеологические характеристики.

Эта область рассматривается, как юго-восточная оконечность большого Днепровско-Донецкого прогиба, северо-западные части которого описаны выше под именем Днепровской впадины.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ

Исходя из чисто тектонических геоструктурных представлений, гидрогеологи, производившие здесь исследования в течение ряда лет, разделили Донбасс на 10 естественных гидрогеологических районов (рис. 58). В каждом из этих районов на основе особенностей геологического строения исследователями проведены дальнейшие подразделения, которые здесь не приводятся.

Гидрогеологические районы, выделенные в результате изучения Донбасса, имеют нижеприводимые характеристики.

I. Кальмиус-Торецкий гидрогеологический район (по Н. С. Токареву и Г. С. Буренину) представляет сложную котловину, в которой разрез карбона и пермокарбона выражен весьма полно. Палеогеновые, а местами и антропогеновые отложения располагаются непосредственно на палеозое и почти всюду скрывают его под собой.

В палеозойских отложениях подземные воды собираются преимущественно в трещинах песчаников грубозернистых, реже сланцеватых, а также в трещинах известняков и сланцев. По-видимому, трещиноватость уменьшается с глубиной и глубже 500 м она ничтожна. Чередование песчаников и сланцев, наклоненных под углом от 3 до 60°, создает ярусность в распределении водоносных горизонтов и вызывает наличие напоров в некоторых из них; однако отнесение этого района в разряд артезианских пока еще достаточных оснований не имеет.

Воды песчаников и известняков карбона и нижнего пермокарбона слабо солоноваты, наблюдается повышенная жесткость и наличие хлоридов и сульфатов.

В песчаниках свит верхнего карбона, а в некоторых случаях и среднего карбона отмечают высокую жесткость. Наиболее благоприятны воды из крупнослоистых песчаников пермокарбона. Шахтные воды отличаются пестрым химическим составом; наряду с мягкими пресными водами встречаются воды с огромным количеством сульфатов, зачастую кислые.

Воды среднего карбона известны как по отдельным выходам на поверхность, так и в выработках. Они дают довольно ничтожные расходы и только в исключительных случаях достигают 12,5 л/сек. Как исключение можно указать на расходы, достигающие 14 л/сек. Температура этих вод обычно колеблется от 9 до 10°, а жесткость в пределах от 7 до 169° (в шахтных водах).

В верхнем карбоне по шахтам известны расходы, достигающие 12 л/сек и больше, причем и здесь жесткость нередко превышает 100°.

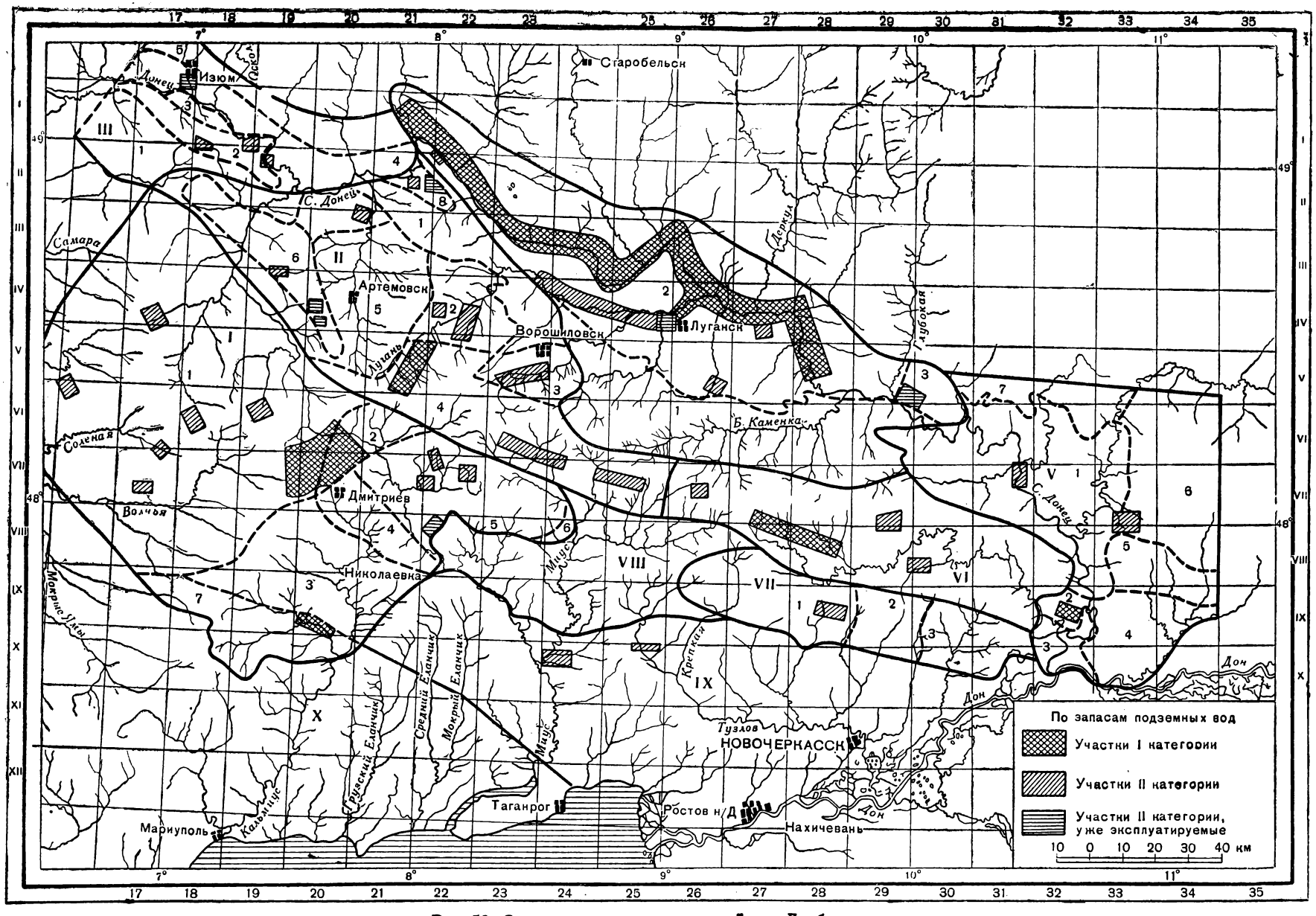


Рис. 58. Схема гидрогеологических районов Донбасса.

Районы: I — Кальмиус-Торецкий; II — Бахмутский; III — Изюмский; IV — Северный; V — Восточный; VI — Должанско-Садкинский; VII — Шахтинско-Несвитайский; VIII — Нагольчинский; IX — Южный; X — Юго-Западный. 1, 2, 3... — подрайоны

Пермокарбоновые воды тоже отличаются пестротой своих расходов, большей частью очень небольших и редко достигающих 13 л/сек. По имеющимся сведениям, жесткость их не превышает 37° и обыкновенно держится в пределах от 15 до 25°.

Триасовые и юрские отложения, выраженные перемежающейся толщей песчано-глинистых отложений, имеют ряд невыдержанных водоносных горизонтов, обладающих большой жесткостью.

В меловых отложениях имеются воды как трещинные в верхнемеловых мергелях, так и поровые в «подмеловых» песках, причем воды мергелей часто обладают очень высокой и сульфатной и карбонатной жесткостью.

О качестве сеноманских вод сведений не имеется. Так как сеноманские пески чрезвычайно мелкозернисты, то извлечение из них воды весьма затруднительно. По этой причине в них избегают делать водозаборные сооружения.

В палеогеновых отложениях воды отмечены в харьковском и в полтавском ярусах, причем харьковские слои выражены глауконитовыми опоками и кремнистыми глинами, в которых воды обладают очень высокой жесткостью и большим количеством как хлоридов (до 1569 мг/л), так и сульфатов — не менее 1000 мг/л. Качество полтавских вод несколько лучше, но все же и здесь встречаются воды с жесткостью свыше 60°.

Воды неогена, заключенные в сарматских песчаных прослойках, зажатых среди гипсоносных глин, нередко отличаются высоким плотным остатком и горько-соленым вкусом.

Воды антропогеновых отложений развиты довольно широко, они имеют очень невысокую жесткость, минерализованы бикарбонатами, часто загрязнены органическими веществами и дают небольшие расходы, обеспечивающие только отдельные небольшие хозяйства колхозников.

II. Бахмутский гидрогеологический район (по Д. И. Щеголеву) представляет собой слабоволнистую степь с общим понижением на запад-северо-запад. Поверхностный покров представлен желто-бурыми лёссовидными суглинками, хотя местами плотные коренные породы карбона выходят непосредственно на дневную поверхность, образуя площадь «неудобных земель». Весь Бахмутский район представляет собой большую палеозойскую синклинальную складку, известную под именем Бахмутской котловины, осложненной северо-восточным и восточным выступами. Котловина сложена карбоном, пермью, мезозоем и палеогеном. К западу карбон быстро погружается и на поверхности прослеживается на небольшом расстоянии толща пермокарбона, которая в свою очередь замещается пермскими и мезозойскими породами. Долины рек и балок выполнены аллювием.

Наиболее глубокими породами являются свиты среднего карбона, выступающие на поверхность по северо-восточным и юго-восточным границам карбона. Мощность их достигает почти трех километров. Средний карбон выражен сланцами с небольшими прослоями трещиноватых песчаников и известняков. И те и другие водоносны, но вследствие незначительной мощности и фациональных изменений содержат очень мало воды. Здесь не встречено ни одного источника, который давал бы более 0,5 л/сек.

В верхнем карбоне, помимо сланцевой толщи, развиты также грубозернистые песчаники, которые являются основным водоносом этой свиты и имеют практическое значение в Боков-Хрустальской котловине, расположенной в восточной части района.

В других горизонтах этой толщи различается целый ряд отдельных водоносных пластов, дренируемых горными выработками и могущими иметь некоторое значение для водоснабжения. Нижняя свита верхнего карбона обладает значительными запасами пресных вод и в некоторых случаях мо-

жет быть использована для целей местного водоснабжения. Так этой водой пользуются рудничные поселки Алмазно-Марьевского района. Так как в водоносных толщах здесь прослойки угля либо отсутствуют, либо не имеют рабочей мощности, то этим водоносным горизонтам не грозит истощение горными выработками. Здесь встречаются источники с дебитом, достигающим 1,5 л/сек. В верхней части верхнего карбона имеются небольшие водоносные горизонты, которые только в сумме могли бы дать достаточные для местного потребления количества воды.

Пограничная с пермокарбоном толща верхнего карбона, так же как и сам пермокарбон, содержит ряд водоносных горизонтов со сравнительно большими запасами подземной воды. Здесь отмечен ряд источников, которые дают в сумме до 28 л/сек. Вышележащие породы верхнего пермокарбона представляют по существу малообводненную толщу.

Толща пермских отложений, содержащая значительные запасы воды, отличается соленостью; вода этих горизонтов может быть использована только для технических целей. Исключение представляют небольшие местные горизонты пресной воды.

Отложения триаса и юры освещены очень мало геологическими исследованиями и гидрогеологической разведкой. Ориентировочно в этих породах отмечают ряд водоносных горизонтов, приуроченных как к песчаной толще средней юры, так и к верхнеюрским отложениям.

Мергеля верхнего мела, представленные довольно широко, подстилают небольшую толщу мелкозернистых песков и песчаных глин. Отмечаются значительные запасы воды, приуроченные к трещиноватым мергелям, однако воды эти не имеют сплошного распространения, и попытка получения из них воды путем буровых скважин не всегда удается. Вода хорошего качества.

Отложения палеогена заключают водоносные горизонты, могущие иметь только узко местное значение.

Наконец, в аллювиальных отложениях имеется мало благонадежный водоносный горизонт, который используется местным населением.

III. Изюмский гидрогеологический район (по Н. В. Овчинникову и Д. И. Щеголеву) расположен на северо-западной окраине Донецкого бассейна. Эта область принадлежит к бассейну Северного Донца и представляет волнистую степную поверхность, расчлененную речными долинами и многочисленными оврагами на ряд отдельных плато.

В тектоническом отношении имеют место две параллельные антиклинальные складки с простиранием, близким к широтному. В большей своей части этот район сложен мезозоем и палеогеном. Только в строении отдельных участков принимают участие еще палеозойские образования, имеющие очень ограниченное распространение и представленные местными выходами пермокарбона, приуроченными к крупным складкам (Славянск, Корульки и др.).

Карбон и пермокарбон представлены преимущественно глинистыми сланцами, песчаниками и известняками; изредка к ним приурочены выходы угольных пластов; мощность их не установлена.

Триасовые отложения представлены толщей пестрых суглинков и разноцветных глин; меньшую роль играют каолиновые пески; мощность этих отложений весьма изменчива, но достигает в отдельных случаях 300 м.

Юрские отложения представлены главным образом серыми сланцевыми глинами, переслаивающимися с кварцевыми песками. Мощность их достигает 350 м.

Турон-сеноманские породы выражены белым мелом, мелоподобными мергелями, глауконитовыми песчанистыми мергелями и глауконитовыми песками. Средняя мощность их достигает 200 м.

Палеоген представлен бучакскими плотными зелеными глауконитовыми песками с прослойкой фосфоритовых глин в нижней части; киевскими серыми кварцевыми песками, желтоватыми известковистыми песками и глауконитовыми рыхлыми мергелями; харьковскими зеленоватыми глинами и светло-серыми глауконитовыми песками. В этой толще наибольшее распространение имеют породы харьковского и полтавского ярусов. Общая мощность их достигает 40 м.

Водоносные горизонты выяснены исследователями только для мезозоя. Водоносные горизонты в триасовой свите характеризуются жесткими водами, количество которых не установлено. Температура источников колеблется от 9,5 до 10°,5. О водоносности юрских отложений данных нет.

К «подмеловым» пескам, а частью к песчаным толщам юры, непосредственно перекрытой этими песками, приурочен водоносный горизонт, дающий местами источники с расходом более 7 л/сек и с жесткостью воды до 19°. В мелу и «меловых» мергелях зарегистрировано очень большое количество родников, причем в некоторых случаях расходы их достигают 45 л/сек; температура воды колеблется от 9 до 11°,5. Но есть и мелкие источники из «меловой» свиты, расходы которых редко достигают 1,2 л/сек. Температура воды в них иногда падает до 8°,5.

Многочисленны источники из харьковских песков, однако они, отличаясь приемлемой жесткостью (не свыше 27°), обладают небольшими расходами и очень редко дают около 0,5 л/сек.

IV. Северный гидрогеологический район (по В. С. Попову и Н. А. Родыгину) охватывает северную мелкоскладчатую область развития карбона. С севера в контуры этого района частично входят участки южного крыла Русско-Украинской впадины, в геологическом отношении сложенной в пределах района главным образом верхнемеловыми отложениями, начиная от сеномана и кончая верхним сеноном, а также палеогеновыми отложениями.

Верхний мел слабо дислоцирован и имеет общее падение на север; более резко выражена смятость мела по его контакту с карбоном, где в отдельных случаях пласты мела наклонены под углом в 80° и круче. Характерной чертой этого района является непосредственное налегание нижнего мела на сложный тектонический массив карбона. Только в западной части этого района между мелом и карбоном отмечаются глинистые и песчанистые слои триаса.

Карбону этой области подчинен ряд крупных рабочих пластов угля. Общая мощность карбона в этом районе более 1000 м.

В отдельных свитах среднего карбона водоносность очень различна. Наиболее древняя свита (C^1_2) наименее обеспечена водой, причем все известные случаи выхода воды обладают чрезвычайно малыми расходами. Следующая кверху свита (C^2_2) имеет уже практическое значение для местного водоснабжения, так как здесь песчаники водоносны, и нередко выходящие из них источники дают до 2 л/сек воды. В свите (C^3_2) было обследовано 59 источников, но расходы их ничтожны и суммарный расход всех едва достигает 12 л/сек. Также мало водоносны и остальные свиты этого отдела карбона. Качество вод в них обладает довольно большой пестротой, жесткость в среднем колеблется около 10—15°, хотя в некоторых случаях достигает 50° и более.

Свиты верхнего карбона по своей водоносности напоминают в общем отложения более низких толщ, однако здесь встречается еще большое количество источников, имеющих ничтожные расходы, измеряемые иногда только сотыми долями литра. Правда, в некоторых случаях отмечаются расходы, достигающие даже 5 л/сек; однако они представляют исключение. И здесь ка-

чество воды также чрезвычайно пестро; в среднем и здесь жесткость около 10—15°, хотя в некоторых случаях достигает свыше 90°. В целом ряде случаев подземные воды доставляют некоторые неудобства в горных выработках, однако подземный сток в шахтах не достигает большой величины. Так, шахты в целом выдавали воду в 1934—1935 гг. в пределах от 0,6 до 11 л/сек.

Триасовые отложения в данном районе имеют роль водоупора, отделяющего меловые водоносные толщи от карбоновых; они представлены водоупорными пестрыми глинами, только местами содержащими линзы и прослойки песка и песчаника. Воды этих линз по качеству весьма пестры и, отличаясь мягкостью в одних местах, в других местах достигают жесткости 130°; расходы отдельных родников из этой толщи доходят до 5 л/сек, хотя иногда измеряются только десятыми долями литра в секунду.

Меловые отложения являются водоносными по всей своей толще. Выделить здесь отдельные водоносные горизонты, приуроченные к какой-либо из меловых свит, не удается. Источники, питающиеся из меловых водоносных горизонтов, весьма обильны и дают расходы до 45 л/сек. Температура их колеблется от 8 до 13°, а жесткость — от 7 до 45°.

В палеогеновых отложениях воды встречены в киевской, харьковской и полтавской толщах. Они наиболее бедны в харьковской, где расходы их измеряются тысячными долями литра и редко десятыми; наиболее богаты в киевской, где отдельные расходы достигают 17 л/сек.

Качество воды во всех перечисленных водоносных горизонтах в общем вполне благоприятно, хотя в некоторых буровых скважинах в верхнем карбоне и особенно в триасе плотный остаток в воде достигает 4 г/л.

V. Восточный гидрогеологический район (по В. С. Попову и П. Д. Малькову) представляет собой в топографическом отношении весьма расчлененную территорию. Наиболее древними породами, выступающими на поверхность в этом районе, являются верхнекаменноугольные. Ими выражены три полузамкнутые синклинали, вытянутые в общем в широтном направлении,— Жирновская, Белокалитвенская и Екатерининская. Восточнее имеются только разрозненные выходы карбона. Местами выходы последнего сильно дислоцированы, с падением пластов до 90°.

Меловые отложения здесь полностью размыты. Встречаются только останцы в виде небольших выходов сеномана, выраженного сильно кремнистой фацией (хутор Кременной). Палеоген представлен главным образом полтавскими песками и киевскими белыми песчанистыми мергелевидными породами, глауконитовыми песками и вязкими глинами. Отложения харьковского и бучакского ярусов распространены мало. В юго-восточной части района отмечены и неогеновые отложения, представленные в нижней части известково-песчанистыми слоями верхнего и среднего сармата, в верхней части — песчанистыми и известняковыми прибрежными фациями понта.

Антропогеновые отложения представлены покровами лёссовидных суглинков, а в долинах — аллювиальными толщами. Большую роль в гидрогеологии района играет древняя песчаная терраса Северного Донца.

Водоносность каменноугольных отложений довольно разнообразна; суммарно расходы источников и колодцев, подвергавшихся исследованию, получающих воду из карбоновых толщ, достигают 120 л/сек, причем максимальные расходы приходятся на толщи, составляющие самые верхи среднего и низы верхнего карбона (C_2^n—C_3^1); в сумме они дают до 78,5 л/сек; меньше всего дают воды толщи в низах среднего карбона. Температура источников карбона колеблется от 8 до 12°,5; жесткость вод в среднем карбоне не превышает 20°, хотя отдельные выходы дают до 125°.

Гидрогеологическая роль меловых отложений ничтожна, воды этих

пород имеют узкое местное значение и используются для питьевых нужд. В среднем жесткость их довольно высокая — около 40°, а иногда достигает 79°, так что для питья эти воды не всегда благоприятны.

Воды палеогена имеют несколько большее значение, в особенности в отложениях полтавского яруса. В некоторых случаях расходы родников из палеогеновых отложений доходят до 1,4 л/сек, а для «полтавских вод» эта величина иногда достигает 8—10 л/сек.

Существенное значение для этого района имеют аллювиальные отложения; воды древней террасы нередко дают расходы, достигающие 3,6 л/сек, а воды современных террас — до 7 л/сек.

Суммарно были зарегистрированы следующие расходы источников, распределенные по возрасту питающих их пород (в л/сек):

карбон — 128
мел — 2
палеоген — 33
антропоген — 75.

VI. Должанско-Садкинский гидрогеологический район (по Н. С. Токареву) охватывает собой среднюю часть восточной половины Донбасса — бассейн р. Кундрючьей и прилегающей части бассейна рр. Каменки (правобережье), Напольной (верховья) и Крепкой. В строении этого района принимают участие отложения среднего и верхнего карбона, палеогена и антропогена. Карбон представлен песчаниками, сланцами и известняками. Общая мощность свит карбона достигает 3000 м. В тектоническом отношении район представляет собой мульду, замкнутую на западе. Небольшим антиклинальным поднятием эта мульда отделяется от Бахмутской котловины. Параллельные сбросы разбивают ее на части. Падение пород, достигающее на крыльях мульды 50°, к оси повышается. Палеоген наклоне подочень небольшим углом к югу и налегает на различные горизонтын кар бона.

В карбоне воды встречаются в известняках и главным образом в крупно- и среднезернистых песчаниках, изредка в песчанистых сланцах. Воды песчаников и известняков отличаются невысокой жесткостью и небольшим содержанием сульфатов и хлоридов. Однако в верхнем карбоне воды известняков иногда содержат до 52° жесткости. Шахтные воды нередко богаты сульфатами и дают кислую реакцию, часто сульфатная жесткость превышает 60°.

В палеогене воды заключены в мелкозернистых песках; так как область питания их весьма ограничена, то они малообильны. Жесткость их обыкновенно колеблется около 30°.

Несколько большее значение имеют воды антропогена; они обладают сравнительно хорошими качествами: 20—40° преимущественно карбонатной жесткости. Зато иногда они содержат сравнительно много хлоридов. Довольно большое количество источников антропогена наблюдается в пределах долин рек и в балках. По-видимому, подземные воды играют большую роль в балансе местных мелких рек.

VII. Шахтинско-Несветайский гидрогеологический район (по Н. И. Северову и Д. И. Щеголеву) обнимает Грушевско-Несветайскую котловину и представляет безлесную однообразную равнинную степь со слабым общим уклоном на юг. На площади этого района развиты отложения карбона, палеогена, неогена и антропогена. Карбон выражен толщами среднего отдела; общая мощность их более 2500 м. Главную массу среднего карбона представляют сланцы, слагающие до 85° общего разреза, а нижнего карбона — известняки, составляющие в некоторых случаях 0,5%, и угли, составляющие 0,3% от общего разреза карбона.

Палеогеновые отложения имеют незначительную площадь распространения и представлены песками полтавского яруса. Пески немые тонкозернистые, то белые, то окрашенные в желтый, красный и темно-коричневый цвета.

Неоген представлен верхним и средним сарматом — белые крепкие известняки с прослоями песков в нижней части и серые крупнослоистые пески в верхней части общей мощностью до 20 м и понтом — сероватожелтые известняки с толстыми прослоями желтого железистого песка.

Антропоген представлен аллювиальными и делювиальными покровными толщами. Сюда же относят и так называемые «скифские» глины мощностью до 35 м.

Воды каменноугольных отложений дают довольно большое количество выходов в виде источников, а также вскрываются горными выработками. Естественные выходы каменноугольных вод приурочены к пониженным местам—долины речек, балки. Расходы источников колеблются от ничтожных величин до 2,5 л/сек. Наиболее мощные из них связаны с трещиноватыми песчаниками или известняками, а наименее мощные — с глинистыми сланцами. Максимальные расходы источников карбона достигают 6,3 л/сек. Максимальная жесткость 133°, средняя же жесткость колеблется около 20—25°.

Воды палеогена дают нередко выходы родников, располагающиеся линиями; в некоторых случаях суммарный расход таких родников достигает 7 л/сек. Качество воды довольно пестро, но в общем воды эти почти всегда обладают плотным остатком более 1 г/л. Нередко воды солоноваты. Иногда в водах, залегающих в палеогеновых песках, наблюдается напор; они обычно менее жестки, нежели воды из других отложений палеогена.

Воды неогеновых отложений, приуроченные к понтическому известняку, представляют маломощный и не имеющий практического значения горизонт, дающий обычно воду неудовлетворительного качества. Воды сармата изучены очень слабо.

Воды антропогеновых отложений дают в некоторых случаях довольно хорошие и обильные водоносные горизонты. Нередки колодцы с расходами более 1 л/сек, особенно из аллювия, где обычно вода лучше, нежели в покровных глинах и суглинках.

VIII. Нагольчинский гидрогеологический район (по Н. И. Северову) занимает бассейн верхнего течения р. Тузлова, среднего течения р. Миуса и относится к области южной покатости от главного водораздела бассейна к Азовскому морю. В районе развиты карбон, неоген и антропоген. Карбон представлен всеми тремя отделами. Литологически преобладают разного рода сланцы; грубослоистые песчаники составляют не более 7% разреза отдельных свит, а мелкозернистые песчаники — не более 14%. Мощность известняков составляет всего от 1 до 2,5% разреза. Неогеновые отложения на этом участке представлены ракушниками понтического яруса и подстилающими их желтыми песками. Антропогеновые отложения представлены бурыми суглинками и глинами, покрывающими междуречья, и аллювиальными толщами, приуроченными к речным долинам.

В тектоническом отношении район представляет собой часть сложной антиклинали, разделяющей две крутые котловины: на западе — Кальмиус-Торецкую, на востоке — Шахтинско-Несветайскую.

Основными водоносами в карбоне являются либо грубозернистые песчаники, либо известняки; плотные кварциты и глинистые сланцы то лишены воды, то маловодны. Однако последние породы в районе как раз и преобладают. Из 50 обследованных источников расходы в 0,3 л/сек дали очень немногие; в большинстве случаев расходы колебались около 0,1 л/сек.

Воды неогена вследствие очень небольшой водосборной площади и незначительной мощности отложений практического значения не имеют. Точно так же и воды антропогена играют малую роль в связи с его очень небольшим распространением.

IX. Южный гидрогеологический район (по К. П. Пирогову, Н. А. Родыгину и Н. И. Северову) представляет собой слабо всхолмленную равнину, очень полого поднимающуюся к югу. Мезозойские и кайнозойские отложения налегают здесь на севере на карбон, последний на западе представляет часть сложно дислоцированного антиклинального поднятия, а на востоке входит в состав южного крыла Несветаевско-Грушевской котловины, осложненной рядом нарушений с излияниями андезитов. Сенонские и туронские отложения, дающие полосу обнажений, выражены преимущественно песчаниками, глинистыми и мелоподобными сильно трещиноватыми мергелями, которые подстилаются песчаниками и песками сеномана. Меловые отложения обладают в общем наклоном к югу менее 10°. Более крутой наклон их наблюдается на контакте с карбоном. Меловые отложения перекрыты палеогеном и неогеном, которые развиты в виде сплошного покрова. Максимальная мощность третичных отложений у побережья Азовского моря около 300 м, причем на севере толщи палеогена ложатся прямо на карбон. В южной и западной частях палеоген выражен белыми, пестрыми песками полтавского яруса и зеленоватыми глауконитовыми песками харьковского яруса. Неоген имеет ограниченное распространение в прибрежной полосе; он представлен отложениями второго средиземноморского яруса, нижнего, среднего и верхнего сармата, весьма пестрого литологического состава, от черных глин и ржавых песков до известняков.

Воды сеноманских отложений не имеют значения в этом районе. Интерес представляет буровая скважина, заложенная в 1923 г. вблизи ст. Персияновка, при слиянии речек Грушевки и Аюты. Она встретила верхнемеловые отложения на глубине 191,6 м и прошла до глубины 802 м, не выйдя, повидимому, из нижнемеловых отложений. На глубине 797,1 м буровая встретила мощный водоносный горизонт, дающий самоизливом около 2 л/сек; жесткость воды около 280°.

Мелоподобные мергеля сенона с кремневыми стяжениями дают начало целому ряду родников с расходами до 0,25 л/сек воды. Ряд шахтных колодцев получает воду из этих толщ и служит для водоснабжения довольно крупных селений.

В некоторых местах из отложений турона встречены источники с очень большим расходом. Суммарные расходы источников в некоторых случаях достигают большой величины. Наиболее крупный родник, замеренный ниже поселка Сиротского, дал расход до 21 л/сек. В балке Мокрой встречен ряд источников с общим расходом до 10 л/сек. Общий расход меловых вод из мергелей турона достигает 50 л/сек. Жесткость меловых вод в некоторых случаях высока, превышает 55°; в среднем она держится около 32—35°.

Воды в олигоценовых песках обладают жесткостью до 34° и сравнительно небольшими расходами. Этот горизонт считается не особенно благонадежным. Из песков у Новочеркасска были получены при бурении воды в ограниченном количестве и в большинстве случаев очень жесткие.

Относительно обилен водой средний сармат, жесткость вод которого доходит в некоторых случаях до 38°. Эта жесткая вода все же пригодна для питья. По-видимому, к этому горизонту относится мощный источник Аксай, вода которого искусственно газируется и поступает в продажу как столовая минеральная вода «Аксай».

Воды нижнего сармата не используются вследствие своей очень высокой минерализации.

Воды понтических известняков обычно очень скудны, так как эти известняки сильно дренированы. Гораздо богаче водой пески, подстилающие известняки, дающие в некоторых случаях сравнительно обильные родники.

X. Юго-западный гидрогеологический район (по А. К. Матвееву и Л. Г. Каманину) занимает территорию между рр. Сухие Ялы на северо-востоке, Волчьей на севере, Мокрые Ялы на западе и линией железной дороги от Розовки до ст. Велико-Андол на юге. Юго-восток района представляет плоскую степную равнину с мягкими контурами рек и балок. В геологическом строении района принимают участие кристаллические породы, выступающие в виде отдельных оторванных друг от друга островков, а также перекрывающие их меловые и третичные породы, причем выходы меловых пород до настоящего времени не обнаружены и наличие их доказано лишь буровыми скважинами. Так, Д. В. Голубятников обнаружил при бурении в селе Богоявленке мощный слой меловых отложений, который не был пройден буровой скважиной глубиной в 90 м.

Палеогеновые отложения представлены повсеместно обнажающимися белыми и желтыми мелкозернистыми песками с тончайшими прослоями каолина и диагональной слоистостью. Палеогеновые толщи заканчиваются кварцитовидными песчаниками.

Антропогеновые отложения представлены красно-бурыми, местами гипсоносными суглинками, достигающими 20 м, и лёссовидными суглинками. Грунтовые воды приурочены к песчанистым разностям красно-бурых (скифских) глин, содержащих растворимые соли, поэтому воды в них малообильные, обладают весьма пестрым минеральным составом — то они более или менее пригодны для питья, то непригодны даже для водопоя скота. Глубина залегания колеблется от 2 до 13 м, расходы отдельных колодцев, в общем малообильные, временами доходят до 2 л /сек. Грунтовые воды, примыкающие к кристаллической полосе, в южной части района обладают лучшими качествами. Улучшение воды, по-видимому, связано с залеганием этих вод выше гипсоносного прослоя, который часто наблюдается в этих глинах. Довольно большое местное значение имеет аллювиальный поток, приуроченный к долине р. Мокрые Ялы. О его свойствах имеются только отрывочные данные. Так, например, при откачке из шурфа, связанного с сооружением на левом берегу реки котлована для моста у с. Большой Янисоль, насос с производительностью 7 л/сек не мог осушить этого шурфа. О качестве этих вод данных мало.

Водоносный горизонт, связанный с гипсоносными сарматскими глинами, обладает горько-соленой водой и обычно не используется.

Лучшими свойствами обладают воды из палеогеновых отложений, но так как водоносные прослойки залегают линзообразно, то эти воды, во-первых, не постоянны, во-вторых, обладают пестротой химического состава; жесткость воды в них колеблется от 23 до 96°. Некоторые колодцы дают не менее 3 л/сек, хотя в других расходы значительно меньше

* * *

Сравнивая водоносность отдельных участков описанных районов в пределах Донбасса, исследователи выделили участки трех категорий: первой категории — особенно богатые доброкачественными водами, второй категории — в которых подземные воды существуют, могут быть использованы, но имеют преимущественно местное значение, и, наконец, к третьей

категории относится вся остальная площадь Донбасса, которая оказывается необеспеченной подземными питьевыми водами.

К числу участков первой категории относится площадь распространения мелового водоносного горизонта на северной окраине Донецкого бассейна. Расходы отдельных каптажных единиц достигают 45 л/сек, при колебании жесткости от 6 до 20°. Возможный общий подземный сток этого водоносного горизонта, располагающийся в IV районе, вычислен в сумме 8000 л/сек. Среди участков первой категории выделяется также участок в 7-м подрайоне Кальмиус-Торецкого района, где общий выход вод у криницы Кипучей достигает 170 л/сек, а в сумме с тремя более мелкими выходами — 230 л/сек при жесткости воды около 31°. Кроме этих участков, упоминаются еще 4 других участка с меньшими количествами вод, обеспечивающих возможность их эксплуатации.

Об участках второй категории в литературе отмечается, что они могут иметь исключительно местное значение; отдельные участки довольно сильно отличаются и по количеству и по качеству тех вод, которые могут быть использованы.

Однако общее количество подземных вод Донбасса настолько незначительно, что никак не может обеспечить бурно развивающегося строительства крупных городов, связанного с мощным развитием промышленной эксплуатации углей Донбасса. Как видно, максимальное количество подземных вод, на которое можно рассчитывать, едва достигает 9—10 м³/сек, причем эти воды рассеяны по всей территории Донбасса, тогда как сосредоточенные преимущественно в западной части Донбасса огромные новостройки нуждаются в питьевой воде в количествах, измеряемых многими десятками кубических метров в секунду. Несомненно, эти количества питьевых вод могут быть получены только путем направления в названные районы поверхностных вод из бассейна Донца.

XVII. НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

1. Изучение закономерностей распределения водоносных горизонтов, глубины их залегания и качества воды в них приводит к необходимости раздельного рассмотрения вод: а) грунтовых и б) межпластовых как безнапорных, так и напорных (артезианских).

2. Грунтовые воды делятся в свою очередь на: а) зональные и б) азональные.

3. Формирование грунтовых вод зонального характера, питание и режим которых зависят от сочетания климатических, литологических и геоморфологических условий, происходит таким сбразом, что как глубины их залегания, так и концентрация подземных растворов и химический состав растворенных солей закономерно изменяются в направлении с севера на юг.

4. Так как глубины залегания зональных грунтовых вод нарастают в направлении с севера на юг, то вместе с этим ослабляется участие их в питании рек, так что на юге, в Причерноморье и Прикаспии, наблюдаются даже пересыхающие летом реки, потому что грунтовые воды залегают значительно ниже дна речных долин.

5. Концентрация раствора зональных грунтовых вод, выражающаяся на севере величиной около 0,2—0,3 г/л (ультрапресные воды), нарастает по

направлению к югу до величины около 1 г/л в зоне неглубоких оврагов, до 2—3 г/л в степной полосе и, наконец, до 20—30 г/л и более в зоне Прикаспийских балок:

6. Минерализация грунтовых вод изменяется таким образом, что в ультрапресных водах встречаются бикарбонаты кальция и гидраты кремнезема; при нарастании концентрации вначале выпадает кремнезем и пресные воды характеризуются наличием в их растворе кальцита. Южнее прибавляется гипс, постепенно вытесняющий кальцит и еще южнее уступающий место галиту.

7. Наиболее полно и четко отражает сущность зонального распределения грунтовых вод схема В. С. Ильина. Схемы Б. Л. Личкова, И. В. Гармонова, Г. Н. Каменского и др. выявляют отдельные стороны общей зональности грунтовых вод.

8. В формировании азональных грунтовых вод основное участие принимает один из следующих факторов: гидрологический, литологический, климатический и гидрогеологический.

9. Гидрологический фактор определяет питание и режим грунтовых вод в пределах речных долин, воздействуя на грунтовые воды в амплитуде колебаний уровня рек от зимней межени до пика весеннего (снежно-дождевого) паводка.

10. Минерализация грунтовых вод, залегающих в толще аллювия речных долин, определяется составом вод: а) реки, б) грунтовых вод склонов долины, гидравлически связанных или не связанных с речными водами, в) нисходящих межпластовых вод, гидравлически связанных или не связанных с речными водами, и г) восходящими (напорными) водами артезианских водоносных горизонтов, прорезаемых рекой.

11. Минерализация и концентрация указанных в пункте 10 источников питания аллювиальных грунтовых вод определяет состав и сезонный режим последних, а глубина залегания аллювиальных грунтовых вод зависит от геоморфологических условий речной долины.

12. Азональные грунтовые воды в древнеаллювиальных толщах могут представлять значительные запасы, а при неоднородном литологическом составе древнеаллювиальной толщи — иметь напорный характер.

13. Карстовые азональные грунтовые воды формируются в основном в зависимости от наличия карстующихся карбонатных и сульфатных горных пород. Запасы и состав подземных вод в карстовых областях теснейшим образом связаны с размерами областей подземных карстовых водосборов и с литологическим составом (так, при наличии в породе кристаллов серы воды карстовых областей могут быть газированы сероводородом и т. д.).

14. Азональные грунтовые воды областей конечных морен характеризуются незначительной концентрацией раствора, кальцитовой минерализацией и невыдержанностью залегания (нередки грунтовые воды линзового характера и слабо напорные).

15. Азональные грунтовые воды речных плавней (дельтовых участков рек) формируются как качественно, так и количественно под влиянием речного стока.

16. Азональные грунтовые воды болот формируются: а) на междуречных участках при благоприятном сочетании климатических и литологических условий; отличаются ничтожной концентрацией раствора; б) в пределах речных долин при наличии подпора грунтовых вод речными водами (питание из реки).

17. Азональные грунтовые воды солончаков формируются при неглубоком залегании грунтовых вод на пониженных участках рельефа при условии высокой капиллярности грунтов, резкого преобладания испаряемости

над осадками и отличаются высокой концентрацией (крепкие рассолы различного состава — галитовые, гипсовые, содовые и т. д.).

18. Азональные линзы грунтовых вод на такырных участках формируются при наличии стока со склонов поверхностных вод в бессточных понижениях в аридных областях и обыкновенно имеют сезонный характер.

19. Грунтовые воды: а) такырных линз и б) междуречных болот представляют собой бассейны грунтовых вод в отличие от всех остальных, являющихся потоками.

20. Режим грунтовых вод как зональных, так и азональных представляет основной объект изучения на опорных гидрогеологических станциях Министерства геологии и охраны недр и на специальных наблюдательных пунктах различных ведомств (водного хозяйства и др.). Режим зональных грунтовых вод определяется в основном климатическими, а также искусственными факторами (орошение в степных и засушливых областях, осушение в областях избыточного увлажнения). Режим азональных вод в зависимости от группы их определяется факторами: климатическим, гидрологическим, литологическим и искусственными — подпор, дренаж, эксплуатация, нагнетание.

21. Грунтовые воды азонального характера (карстовые, в древнем и современном аллювии, в плавнях) нередко благоприятны для эксплуатации и во многих случаях широко используются для целей водоснабжения и орошения. Грунтовые азональные воды болотные, солончаковые, плавневые представляют объекты, требующие осушительных или мелиоративных мероприятий. Зональные грунтовые воды представляют гидрогеологический объект почвенно-агрономического значения.

22. Водоносные горизонты, обладающие водоупорной кровлей, в отношении питания и режима существенно отличаются от грунтовых вод, как правило не имеющих водоупорной кровли.

23. Области питания подобных водоносных горизонтов представляют относительно ограниченные пространства по сравнению с общей площадью их распространения. Режим подземных вод в области питания существенно отличается от режима их там, где имеется водоупорная кровля: амплитуды колебаний зеркала этих вод в тех случаях, когда они представляют нисходящие межпластовые потоки, обладающие капиллярной каймой и располагающейся над ней зоной аэрации, по мере удаления от области питания постепенно приближаются к нулю; точно так же сглаживаются и колебания их температуры.

24. Концентрация и минерализация подобных подземных потоков определяется интенсивностью процессов выщелачивания и находится в тесной связи с литологическим составом водопроводящих толщ.

25. Межпластовые нисходящие воды характеризуются небольшими запасами. Водообилие нисходящих межпластовых вод в общем невелико, за исключением закарстованных межпластовых толщ.

26. Межпластовые нисходящие воды могут представлять самостоятельные гидрогеологические системы в том случае, если они по падению пластов ограничены эрозионным врезом. Наиболее типичными областями распространения подобного рода нисходящих водоносных горизонтов могут служить побережья речных долин и морей. Это очень четко и наглядно вырисовывается на высоких берегах Волги, Дона, Днепра, Буга, Днестра и других рек, на побережьях Финского залива, Кавказского Причерноморья и т. д.

27. Другой случай развития межпластовых нисходящих вод имеет место в той зоне артезианского бассейна, которая развита на пространстве

между областью поглощения и областью напора. В этом случае уровенный и температурный режимы межпластового водоносного горизонта и формирование его минерального состава таковы, как и в случае нисходящих межпластовых вод, выклинивающихся в пределах речного вреза или морских побережий. Межпластовые нисходящие воды по своим гидравлическим особенностям, по характеру режима и по способу формирования минерального (солевого) состава гидрогеологически представляют обособленную группу водоносных горизонтов. В пределах артезианского бассейна они могут рассматриваться как переходная стадия от грунтовых вод области питания до напорных вод.

23. Межпластовые напорные водоносные горизонты группируются в артезианские бассейны.

29. Артезианский бассейн представляет собой геологическую структуру характера синклинали, синеклизы, простого или сложного, симметричного или асимметричного грабена и отделяются друг от друга валами (антиклиналями, поднятиями, горстами).

30. Артезианский напорный водоносный горизонт неизменно связан с примыкающим к нему или окаймляющим его поясом безнапорных (нисходящих) вод. Отсюда проистекает выделение некоторыми авторами в пределах артезианского бассейна областей: а) питания, б) поглощения, в) погружения, г) напора и д) разгрузки. Однако такого рода структура артезианского бассейна логически не оправдана. Даже в том случае, когда мы имеем дело с совпадением области питания и области поглощения, все же первые три пояса (а, б, в) представляют условия особого гидродинамического, термального и гидрохимического режима. Поэтому только области напора водоносного горизонта и область разгрузки восходящего потока в артезианском бассейне (там, где последняя имеется) могут и должны быть отнесены к артезианской структуре.

31. Наблюдаемые в отдельных пунктах напоры подземных вод, вскрытых буровыми скважинами, в общем отражают пьезометрические уровни подземных вод в тех местах, где в водоносном горизонте впервые по падению пласта наблюдается появление напора. Линия, соединяющая статический уровень артезианского потока в месте появления в нем напора со статическим уровнем в наблюдаемой буровой скважине, не представляет линии горизонтальной, но слабо наклонена в сторону этой скважины, что объясняется потерей напора при движении воды от области питания к пункту наблюдения.

32. Пьезометрическая поверхность артезианского водоносного горизонта может быть деформирована в результате литологических и структурных особенностей артезианского бассейна: фациальных изменений водоносных и водоупорных пластов и тектонических нарушений в пределах структуры (например, фациальные переходы песков и глин в пределах юрской толщи Днепровского бассейна, тектонические нарушения в толщах палеозоя Среднего Поволжья).

33. Если в напорном водоносном горизонте по мере его погружения нарастает концентрация раствора и увеличивается его удельный вес, то тогда абсолютная высота столба воды в буровой скважине не может сопоставляться с абсолютной высотой уровня подземной воды этого водоносного горизонта по окраине бассейна. Высота столба воды в скважине должна быть пересчитана, исходя из величины концентрации раствора воды в этой скважине: чем выше концентрация раствора воды в пласте, тем будет большей величина подъема воды в этой скважине в случае замены ее пресной водой.

34. По мере углубления в осадочные толщи, заключающие в себе напорные водоносные горизонты, встречаются различные условия формирования, гидродинамики и режима этих водоносных горизонтов. Это приводит к необходимости в случае наличия мощной осадочной толщи, содержащей большое количество обособленных водоносных горизонтов, разбивать их по вертикали на ярусы, объединяя в отдельный ярус смежные и сходные по ряду признаков напорные водоносные горизонты; например, в Подмосковном крае целесообразно выделить в верхний ярус артезианских горизонтов пресные (питьевые) водоносные горизонты карбона, в средний ярус — солоноватые и соленые водоносные горизонты бальнеологического значения в верхней части девона, а в нижний ярус — рассольные горизонты нижней части девона и терригенной свиты палеозоя. Следует учитывать, что вода как упругое тело по мере погружения водоносного пласта сжимается и приобретает под влиянием высокого давления особый «упругий режим» (В. Н. Щелкачев [90]), что до сих пор при эксплуатации напорных вод не учитывалось.

35. На территории Европейской части СССР можно выделить ряд геологических структур, включающих артезианские бассейны первого порядка, внутри которых возможно выделение водоносных геологических структур второго порядка.

36. Тимано-Уральский (Печорский) артезианский бассейн, зажатый между Уральским хребтом и Тиманским асимметричным антиклинорием, представляет собой сложную геологическую структуру и гидрогеологическую систему. Меридионально вытянутые отроги Северного Урала (хребет Чернышева и др.) отчленяют от него небольшие впадины, возможно представляющие артезианские бассейны второго порядка. Народнохозяйственное значение этого артезианского бассейна до настоящего времени не выявлено. Только на самом юге глубокими буровыми скважинами вскрыты крепкие рассолы в отложениях девона, содержащие бром, йод.

37. Артезианский склон Прибалтики, оконтуренный на севере и западе побережьем Балтийского моря и его заливов, на юге широтным выступом (валом) Белорусско-Литовского кристаллического массива, на востоке примерно по линии Валдайской возвышенности постепенно переходит в Валдайско-Тиманскую впадину.

В докембрии и кембрии пресные воды встречены только в северо-западной части Прибалтики; в северо-восточной части подземные воды солоноватые; по направлению к югу и юго-востоку водоносные горизонты кембрия осолоняются и переходят в крепкие рассолы. В силуре пресные воды имеются в пределах всего так называемого силурского плато. По направлению к югу и юго-востоку они также осолоняются. В девоне пресные воды широко распространены в его известково-доломитовой толще. Однако и здесь они по мере погружения ниже уровня моря постепенно осолоняются.

38. Валдайско-Тиманская синеклиза со сложной внутренней структурой и неоднородного обрамления: на северо-западе кристаллический массив Карелии, на западе меридиональное поднятие кристаллического ложа, отделяющее эту синеклизу от Прибалтики, на юго-западе и юге Центрально-Русский кристаллический массив, на юго-востоке Алатырское поднятие, на востоке Средний Урал и Уфимское плато, на северо-востоке склоны Тимана; на север в сторону Белого моря и на юго-восток в сторону Среднего Поволжья синеклиза открыта; валы Окско-Цнинский, Вятский, Мезенский и др. обособляют в этой синеклизе впадины — бассейны второго порядка.

На пространстве, занимаемом синеклизой, кембрийские и силурские толщи содержат крепкие рассолы. Девонские породы в областях, близких

к выходам на поверхность, содержат пресные питьевые воды, которые по мере погружения пластов девона к центральным частям синеклизы значительно осолоняются. В верхних частях девон содержит воды бальнеологического значения сульфато-хлоридного состава, а ниже рассолы, вплоть до крепких. В карбоне на западе синеклизы (Подмосковный артезианский бассейн) воды пресные, так же как и воды в тех местах развития карбона (в пределах юго-восточной части синеклизы), где он приурочен к поднятиям (Сурско-Мокшинский вал, Алатырское поднятие и др.), а также в бассейне Северной Двины. Под покровом пермских отложений в карбоне — соленые воды и рассолы. В пермских отложениях пресные воды приурочены в основном к известняково-доломитовым толщам в случае их неглубокого залегания. Пестроцветные породы перми и триаса содержат преимущественно воды солоноватые и соленые; для области распространения этих пород характерно присутствие в рассолах йода и брома, а в ее более восточных частях метана или сероводорода.

39. Днепровский артезианский бассейн, ограниченный на западе и юге Украинским кристаллическим массивом, на востоке и севере Центрально-Русским кристаллическим массивом, на северо-западе сообщается с Прибалтийской впадиной, на юго-востоке с Донецким бассейном.

В Днепровской впадине пресные воды приурочены к палеогену, верхнему мелу и в меньшей степени к нижнему мелу и юре. Напорные воды палеогена распространены на ограниченной площади; наиболее важен бучагский водоносный горизонт. Из меловых водоносных горизонтов важное значение имеет сеноманский водоносный горизонт, широко эксплуатируемый. Воды юрских отложений нередко имеют бальнеологическое значение там, где они подпитываются солеными водами из толщ, расположенных глубже палеозоя. В девоне пресные воды распространены только по северной и северо-западной окраине бассейна; в центральной части бассейна в карбоне и девоне — крепкие рассолы.

40. Ульяновско-Саратовский артезианский бассейн — прогиб, ограниченный на западе Центрально-Русским кристаллическим поднятием, на севере Алатырским валом, на востоке Приволжской системой возвышенностей и дислокаций, на юге Доно-Медведицким валом. Существующими буровыми скважинами на площади этого бассейна вскрыты только пресные воды.

41. Причерноморский артезианский бассейн, расположенный к югу от Украинского кристаллического массива, на западе ограниченный склонами Карпат (до р. Прута в Румынии), на юге Черноморским побережьем и склонами Крымских гор, на востоке Ставропольским плато. Пресные напорные воды наблюдаются лишь вблизи областей питания. Они имеются в силуре (в Приднестровье), в сеномане (в Приднестровье, а может быть и в Приазовье). В некоторых горизонтах палеогена по северной окраине Донбасса из неогеновых напорных водоносных горизонтов наиболее благонадежными представляются водоносные горизонты второго средиземноморского яруса и сармата. В Прикубанской области наиболее существенны пресные подземные воды антропогеновых галечников.

42. Прикаспийский артезианский бассейн — одна из самых сложных геологических структур. Он ограничен на юге склонами хребтов Главного Кавказского и Мангис-тау, на западе Ставропольским плато и Ергенями, на севере и востоке склонами Общего Сырта; в соответствии с геологическим строением распадается на ряд более или менее обособленных структур второго порядка. Вся эта область характеризуется преобладанием напорных соленых вод и рассолов. Пресные водоносные горизонты вскрыты преимущественно в Терско-Кумской части бассейна и в синклинальных прогибах

Мангис-тау. На остальном протяжении пресные воды в небольших, но достаточных количествах для целей скотоводства были встречены в бакинских, хозарских и хвалынских отложениях (например, на «Черных землях»).

43. В системе геологических структур, обеспечивающих наличие напорных водоносных горизонтов, особое место занимают разнородные и разнообразные, но в общем некрупные структуры, располагающиеся между Средней Волгой на востоке и Доном на западе, где наблюдается довольно большое количество более или менее обособленных напорных водоносных горизонтов, не всегда сочетающихся в артезианские бассейны. Эти водоносные горизонты не отличаются водообильностью и содержат (в пределах имеющихся разведок на воду) пресную воду.

44. Существенно отличаются от гидрогеологических условий платформенных областей, рассмотренных выше, области развития массивно-кристаллических пород (Кольский полуостров, Карелия, Украинский кристаллический массив) и древних и новых горноскладчатых сооружений, окаймляющих Европейскую часть СССР (Урал, Кавказ, Карпаты) или располагающихся в ее пределах (Донбасс). Гидрогеологические условия в последних весьма сложны, как и развитые здесь геологические структуры. Вместе с тем и распространение отдельных водоносных горизонтов может быть прослежено только при точном учете соответствующей тектонической структуры. Обрамляющие горноскладчатое сооружение накопления рыхлообломочного материала различного генезиса в свою очередь представляют нередко благоприятные условия для накопления подземных безнапорных и напорных вод. Особое значение здесь имеют глубокие предгорные прогибы, выполненные на огромную мощность рыхлообломочными материалами и содержащие воды высокой температуры. Гидрогеология их изучена очень слабо.

45. Для всех комплексов напорных (артезианских) водоносных горизонтов на территории Европейской части СССР характерно нарастание концентрации раствора по падению пластов. На горизонтальных срезах в пределах отдельных артезианских бассейнов наблюдается нарастание концентрации растворов от частей грамма до 275 г/л и более.

Водоносные напорные горизонты с пресной водой располагаются в различных артезианских бассейнах до относительно небольших глубин: в Приуралье — около 100 м, в Подмосковном артезианском бассейне — до 350 м, в Днепровском — до 600 м. Различна также и в общем невелика мощность толщи с солоноватыми и солеными водами, но мощность толщи, насыщенной рассолами, измеряется величинами, достигающими в некоторых случаях нескольких тысяч метров.

47. Соответственно меняется и минерализация водных растворов от кальцитовой (бикарбонатно-кальциевой) до галитовой (хлористо-натриевой); минерализация гипсовая (сульфатно-кальциевая) и гипсо-галитовая представляет переходный пояс от кальцитовой к галитовой.

48. Причина подобного распределения минерализации водоносных горизонтов по вертикали объясняется различными авторами (М. Е. Альтовским [2], Н. К. Игнатовичем [36], К. В. Филатовым [87] и др.) неодинаково. Однако закономерности формирования химического состава водоносных горизонтов еще мало выяснены как экспериментальными, так и полевыми исследованиями. Высказываемые гипотезы (гравитационной дифференциации раствора, подземного испарения, реликтовых вод, застойного режима подземного стока и др.) дискуссионны. По мнению автора данной работы, минеральный состав в водоносных горизонтах формируется в основном в результате взаимодействия воды (растворителя) и водовмещающей породы. При этом существенное значение имеет не только наличие в породе водно-

растворимых солей, но и газовый и солевой состав растворителя, его температура и упругий режим водоносного пласта.

К более подробному рассмотрению этого вопроса автор намерен вернуться во второй части работы.

49. Иной гидрогеологический характер носят структуры орогенного типа, где напорные водоносные горизонты связаны с относительно узкими прогибами — синклиналями, обычно деформированными дизъюнктивными дислокациями. Формирование подземных потоков и их динамика, режим и химизм существенно отличаются от формирования, динамики, режима и химизма платформенных артезианских бассейнов. Это случаи сложного сочетания безнапорных и напорных (нередко мезо- и микроартезианских) систем.

50. Напорные артезианские воды имеют большое народнохозяйственное значение. Пресные водоносные горизонты в некоторых артезианских бассейнах с каждым годом все более широко используются. Однако ресурсы их только в немногих случаях установлены с достаточной полнотой. Поэтому иногда наблюдается нарушение природного баланса подземных пресных вод и их истощение в результате чрезмерного использования (Москва, Киев, где наметились значительные депрессии пьезометрических уровней). В связи с этим необходима неотложная организация государственной охраны пресных артезианских вод как от чрезмерной эксплуатации, от загрязнения вследствие технически несовершенного оборудования колодцев, так и использования некоторых водоносных горизонтов в качестве поглотителей сточных вод. Водоносные горизонты бальнеологического и промышленного значения в пределах Европейской части СССР (солоноватые, соленые воды и рассолы) используются совершенно недостаточно.

51. Особо следует выделить водоносные горизонты, связанные с месторождениями полезных ископаемых, где вода нередко затрудняет разработку их, например в шахтах Подмосковного каменноугольного бассейна, в разработках КМА, в связанных с закарстованными породами месторождениях боксита и др.

Вместе с тем при борьбе с обводнением и затоплением месторождений громадные количества подземных пресных вод выводятся на поверхность и спускаются в ближайшую овражную и речную сеть. Это ведет к иссушению водоносных горизонтов, распространяющихся далеко за пределы эксплуатируемых месторождений и существенно иссушающих условия водоснабжения подземными водами населенных пунктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альбов С. В. Гидрогеология Крыма. Изд-во АН УССР, Киев, 1956.
2. Альтовский М. Е. Артезианские воды города Москвы. Рукопись. Фонды МГТ, 1936.
3. Афанасьев Т. П. Подземные воды Среднего Поволжья и Прикамья и их гидрохимическая зональность. Изд-во АН СССР, 1956.
4. Бэр К. Отчет о путешествии на Маныч. Русский географический вестник, ч. 18, (кн. 6), отд. 2, 1856.
5. Бэр К. Ученые записки о Каспийском море и его окрестностях. Изв. Геол. Комитета, т. XXII, № 2, 1903.
6. Бутов П. И. Напорные воды в Ленинграде в районе Б. Охты. Изв. Геол. Комитета, т. 46, 1927.
7. Васильевский М. М. Гидрогеологическое районирование СССР. «Природа», М., 1940, № 4.
8. Васильевский П. М. и Желтов П. И. Гидрогеологические исследования горы Чатырдаг в Крыму. Тр. ВГРО, вып. 142. Л., 1932.

9. Витыньш Я. Гидрогеологические условия Латвийской ССР. Резюме статьи, помещенной в «Rakstі», № 1, Изд. АН Лат.ССР, 1947.
10. Волкова Н. С. Раздел «Подземные воды», т. «Северный край» в «Справочнике по водным ресурсам СССР», изд. ЦБВК, т. II, гл. 3, 1934.
11. Вортман З. М. Артезианские воды Союза ССР. Госстройиздат, М., 1934.
12. Гармонов И. В. Зональность грунтовых вод Европейской части СССР. Тр. Лабор. гидрогеол. проблем АН СССР, т. III, 1948.
13. Гидрогеология СССР (1939 г. и далее). Госгеолтехиздат, М.—Л.
14. Гидрогеологический очерк Донецкого бассейна. Составлен бригадой авторов под редакцией В. С. Попова, Н. А. Родыгина и Д. И. Щеголева. Госгеолтехиздат, 1930
15. Гордеев Д. И. Подземные воды Ивановской и Ярославской обл. Госгеолиздат 1941
16. Городков Б. Н. Вечная мерзлота и растительность. Сб. «Вечная мерзлота» под ред. Берга Л. С. Материалы № 80, Изд. СОПС АН СССР, Л., 1930.
17. Гатальский М. А. О погребенных и застойных подземных водах Русской платформы в связи с поисками нефти и газа. Геол. сборник, II (V). Гостоптехиздат, Л., 1953.
18. Григорович-Березовский Н. А. Артезианское водоснабжение Тихорецкого р-на. «Вестник Сев.-Кав. ж. д.», 1924, № 4 (70).
19. Даньшин Б. М. К изучению периферии девонской артезианской системы Подмосковной котловины. «Вестник Геол. Комитета», т. IV, № 2, 1929.
20. Даньшин Б. М. Очерк геологического строения и полезных ископаемых Серпуховского р-на. Геология и полезные ископаемые районов Московской обл. Кн. 2, МГТ, изд. Мособлплана, М., 1932.
21. Двойченко П. А. Бурение артезианских колодцев в Таврич. губ. 1911—1912 гг (Предварит. сообщение) Врачебно-санитарной хроники Таврич. губ., № 10, Симферополь. Изд. Таврич. губ. Земства.
22. Добров С. А. Труды Яхромского болотного опытного поля, изд. Моск. Зем. отд., вып. VII, 1926.
23. Дрейер А. И. Артезианская вода в районе Финляндской ж. д. «Горный журнал», кн. 7—12. Изд-во «Металлург», М., 1917.
24. Дубильер А. С. Гидрогеологические условия Северо-Западного Прикаспия. Изд-во АН СССР, 1954.
25. Дубянский А. А. Описание гидрогеологических районов Воронежской области (I—III тт.). Воронежск. обл. книгоизд-во, 1936.
26. Дубянский А. А. Геология и подземные воды северной части Воронежской области (I—III тт.), 1939.
27. Дубянский А. А. и Муравьев Н. И. Геология и подземные воды Курской и Орловской обл. (I—III тт.). Воронежское обл. книгоизд-во, 1936.
28. Егунов И. А. Геологические исследования в сев.-зап. части 27 листа. Изв. Геол. Комитета, 30, СПб., 1911.
29. Жуков В. А., Толстой М. П. и Троянский С. В. Артезианские воды каменноугольных отложений Подмосковной палеозойской котловины. Госгеолтехиздат, М., 1939.
30. Захаров В. Ф. Гидрогеология Ереванской низменности (Мат-лы к общей схеме использования водных ресурсов Кура-Арксинск. бассейна), вып. 8, 1931.
31. Иванов А. П. Предварительный отчет о результатах гидрогеологических исследований, произведенных в Ставропольской губ. летом 1914 г. Прилож. № 5. Доклад № 97 4-й Губернской земской управы Ставроп. губ. 12-му очередному Губ. зем. собранию, Ставрополь, 1915.
32. Иванов А. П. и Иванова Е. А. Полное описание геологического и гидрогеологического строения окрестностей г. Тулы, 1929.
33. Справочник по водным ресурсам, под общ. ред. Глушкова, т. 2. «Северный край», под ред. Б. И. Скачкова, Изд. ЕГМС, 1934.
34. Игнатович Н. К. Гидрогеология палеозоя Русской платформы. Фонды ВСЕГИНГЕО, Госгеолиздат, 1940.
35. Игнатович Н. К. Гидрогеологические структуры — основа гидрогеологического районирования СССР. Советская геология, 1947, № 19.
36. Игнатович Н. К. Зональность, формирование и деятельность подземных вод в связи с развитием геоструктур. Сб. ВСЕГИНГЕО, Госгеолиздат, 1950, № 13.
37. Ильин В. С. Грунтовые воды. БСЭ, т. 19, М., 1930.
38. Каменский Г. Н. Гидрогеологические исследования в южной части Общего Сырта, произведенные в 1926 г. Изв. Геол. Комитета, т. 46, № 10, Л., 1928.
39. Каменский Г. Н. Зональность грунтовых вод и почвенно-географические зоны. Тр. Лаб. гидрогеол. проблем им. Ф. П. Саваренского, т. 6. Изд-во АН СССР, М., 1949.
40. Каштанов С. Г. Материалы по палеогидрогеологии Центральной части Волжско-Камского края. КГУ. Геология, т. 112, кн. 8. Госгеолиздат, 1952.

41. Кротова В. А. Волго-Уральская нефтеносная область. Гидрогеология. Гос. научно-техн. изд-во нефт. и горно-топл. литер., Л., 1956.
42. Крубер А. А. Карстовая область горного Крыма. М., 1915.
43. Кузнецов С. С. Геологический очерк Ставропольской губ. Изд. Ставроп. уездн. отд. народного образования, 1923.
44. Ланге О. К. О зональном распределении грунтовых вод на территории СССР. Материалы к познанию геологического строения СССР., вып. 8 (12), изд. МОИП, 1947.
45. Ланге О. К. Подземные воды Русской платформы и их районирование. Тр. Лабор. гидрогеол. проблем им. Ф. П. Саваренского, т. III. Изд-во АН СССР, 1948.
46. Лебедев А. Ф. Почвенные и грунтовые воды. Изд-во АН СССР, 1938.
47. Лисицын К. И. О законах распределения пресных и соленых вод в сухих суглинистых степях в связи с рельефом. Изд-во «Знание», Новочеркасск, 1927.
48. Лисицын К. И. О зональности грунтовых вод на земном шаре и об оценке питьевых вод в сухих степях. Сев. Кавказск. р-н, переселенческое управление. Новочеркасск, 1927.
49. Личков Б. Л. Изучение подземных вод в связи с задачами единой гидрометеорологической службы. Изв. Гос. Гидролог. ин-та, № 32—41, Л., 1931.
50. Лунгерсгаузен Ф. В. О провалах на юге Тульской губернии «Естествознание и география». М., 1911, № 3—4.
51. Лучицкий В. И. Данные по гидрогеологии северо-востока Украинской артезианской мульды в связи с вопросами водоснабжения сел и городов. Киев, 1926.
52. Маков К.И. Подземные воды Причерноморской впадины. Изд-во АН УССР. 1940.
53. Маков К. И. Подземные воды Днепровско-Донецкой впадины. Изд-во АН СССР, 1941.
54. Материалы для характеристики ресурсов подземных вод по районам СССР. Под редакцией Ф. П. Саваренского, М. М. Васильевского, Д. И. Щеголева. Госгеолтехиздат, 1933.
55. Миддендорф А. Путешествие на север и восток Сибири. СПб., 1862.
56. Милановский Е. В. Геология Волго-Донского водораздела. Волго-Донская водная магистраль. Проект 1927—1928 гг. вып. III. Госгеолтехиздат, 1930.
57. Мсжаровский Б. А. Гидрогеологический обзор и заключение по вопросу об устройстве водоснабжения г. Элисты. «Труды Н.— Волжск. о-ва краеведения», «геол. сб.», 1930, № 37.
58. Москвитин А. И. Вюрмская эпоха (неоплейстоцен) в Европейской части СССР. Изд-во АН СССР, 1950.
59. Мушкетов И. В. Общая геологическая карта России. Листы 95 и 96. «Тр. Геол. Комитета», СПб., 1895, т. XIV, № 1.
60. Мятиев А. Н. Напорный комплекс подземных вод и колодцы. Изв. АН СССР. Отд. техн. наук, М., 1947, № 9.
61. Неуструев С., Прасолов А. и Безсонов А. Естественные районы Самарской губ. Изд-во Самарского губ. земства, СПб., 1910.
62. Оппоков Е. Сведения о глубоких буровых колодцах на казенных винных складах Европ. России и Сибири. Ежег. по геологии и минералогии России., т. 8, вып. 2, Новая Александрия, 1905.
63. Павлов А. П. О рельефе равнин и его изменениях под влиянием работы подземных и поверхностных вод. Землеведение. Московское о-во испытателей природы, т. V, 1899.
64. Первакова В. И. К вопросу гидрогеологического районирования автономной Калмыцкой республики. Тр. научн.-исслед. ин-та Геологии Саратовск. Гос. Унив. им. Н. Г. Чернышевского, т. 2, вып. 2—3. Саратов, 1938.
65. Плотников Н. А. Подземные воды Курской области. Гидрогеология СССР, вып. 1. ГОНТИ, М., 1939.
66. Порошин Ю. В. Гидрогеологический очерк Горьковской и Кировской областей Чувашской, Марийской и Удмуртской АССР. Госгеолтехиздат, 1939.
67. Православлев П. Гидрогеологические условия в области нижнего течения рр. Большого и Малого Узеней. Госгеолтехиздат, 1938.
68. Приклонский В. А. Гидрогеологический очерк Мильской степи (Мат-лы к общ. схеме использ. водн. ресурсов Кура-Араксинск. бассейна), вып. 10. Тифлис, 1930.
69. Розанов А. Н. Основные черты геологического строения Саратовского Заволжья в связи с глубоким бурением в газоносном районе. «Бюл. Моск. о-ва испыт. природы». Отд. геол., т. X, 1932.
70. Рыжиков Д. В. Природа карста и основные закономерности его развития. Изд-во АН СССР, 1954.
71. Саваренский Ф. П. Гидрогеологический очерк Заволжья. Южная часть Пугачевского округа и Заволжская часть республики немцев Поволжья. Тр. ГГРУ, вып. 44, 1934.

72. Семихатов А. Н. Артезианские и глубокие грунтовые воды Европейской части СССР. В кн. Г. Гефер «Подземные воды и источники». М.—Л., 1925.
73. Семихатов А. Н. Подземные воды СССР. Горно-геол.-неф. изд-во, 1934.
74. Силин-Бекчурин А. И. Формирование подземных вод северо-востока Русской платформы и западного склона Урала. Труды Лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского, т. IV. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1949.
75. Синцов И. Ф. О буровых и копаных колодцах винных складов. Зап. СПб. мин. общ., серия 2, ч. 43. 1905.
76. Славянов Н. Н. Подземные воды СССР (приложение к книге К. Кейльгака «Подземные воды»), 2 изд. М.—Л., 1935.
77. Соколов Д. В. Артезианские воды бывш. Александровского уезда Екатеринославской губ. в связи с его геологическим строением. «Мат-лы к проекту Днепростроя» проф. И. Г. Александрова, вып. VI. Гос. изд-во Украины, М., 1929.
78. Соколов Н. А. Гидрогеологические исследования в Херсонской губ. «Тр. геол. комитета». СПб., 1895—1896, т. XIV, № 2.
79. Справочник по водным ресурсам СССР (1933 г. и далее). Изд. Ленингр. госуд. гидрогеолог. ин-та.
80. Стопневич А. Д. Ответ на запрос Астраханск. комиссии землед. о водоносных горизонтах в Калмыцкой степи, Царевском уезде, Киргизской степи и приморской полосе Астраханской губ. Изв. геол. комитета, 1918, т. 37, № 57, протоколы, Пг., 1920.
81. Сумгин М. И. Вечная мерзлота почвы в пределах СССР. Изд-во АН СССР, Владивосток, 1927 (1 изд.), 1937 (2 изд.).
82. Сумгин М. И. Вечная мерзлота на Севере СССР. Геология и полезные ископаемые Севера СССР. Л., 1936.
83. Терлецкий Б. К. Доклад в Трудах Первого Всесоюзного гидрогеологического съезда. Изд-во ГГРУ, 1932.
84. Толстихин Н. И. Подземные воды мерзлой зоны литосферы. М., 1941.
85. Толстихина М. М. Подземные воды и карстовые явления в центральной части Уфимского плато. Изв. Вс. Геол. Разв. Объед., т. LI, вып. 92, 1932.
86. Труды Лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского АН СССР (1948 г. и далее).
87. Филатов К. В. К вопросу генезиса подземных гравитационных вод депрессий. МОИП, М., 1947, вып. 8 (12).
88. Чирвинский П. Н. Сводный геологический и гидрогеологический очерк бассейнов рр. Терека и Кумы. «Тр. Сев. Кав. ассоциации научно-исследов. ин-тов». Изд-во Ростов н Д, 1929, № 56.
89. Шиндяпин П. А. Геологический очерк района Озинок. Тр. научно-исследов. ин-та Геологии, Саратов. Гос. Унив. им. Н. Г. Чернышевского. Саратов, 1936, т. I, вып. 1.
90. Щелкачев В. Н. Упругий режим пластовых водоносных систем. Гостоптехиздат, 1948.
91. Эйтинген Г. Р. Лесоводство. Сельхозгиз, 1950.
92. Яковлев С. А. Артезианские воды г. Краснодара. Тр. Сов. Обследов. и изучен. Кубанского края. Краснодар, 1922.
93. Яковлев С. А. О происхождении напорных вод в Ленинграде в районе Большой Охты. «Геол. вестник», VI, № 1—3, Л., 1928.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3
Введение 7

Раздел I

ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ

I. Зональные грунтовые воды 33
II. Азональные грунтовые воды 45
III. Схемы гидрогеологического районирования грунтовых вод последних лет 64

Раздел II

МЕЖПЛАСТОВЫЕ ВОДЫ

IV. Основные артезианские бассейны Европейской части СССР 69
V. Межпластовые воды Прибалтийского артезианского склона 81
VI. Межпластовые воды Валдайско-Тиманской синеклизы 100
VII. Межпластовые воды на территории от Окско-Цнинского вала до Урала 123
VIII. Межпластовые воды Днепровской (Русско-Украинской) впадины . . . 136
IX. Подземные воды на пространстве Воронежско-Курского поднятия . . . 158
X. Подземные воды Ульяновско-Саратовского прогиба 168
XI. Межпластовые воды Причерноморской впадины 177
XII. Межпластовые воды Прикаспийской впадины 198

Раздел III

ПРИМЕРЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУНТОВЫХ И МЕЖПЛАСТОВЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИЯХ НЕПЛАТФОРМЕННОГО ТИПА

XIII. Подземные воды Украинского кристаллического массива 225
XIV. Подземные воды Урала 229
XV. Подземные воды Закавказья 234
XVI. Подземные воды Донецкого каменноугольного бассейна 247
XVII. Некоторые общие замечания о распределении подземных вод на территории Европейской части СССР 260
Литература 266

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
9	20 снизу	инфлюатационные.	инфлюационные.
22	8 снизу	восемь	девять
41	1 снизу	северу	северо-востоку
53	6 сверху	7 б)	7б, по Н. А. Плотникову)
86	5 сверху	558 м;	585 м;
86	6 сверху	(103 г/л).	(106 г/л),
266	18 снизу	иссушающих	ухудшающих

Заказ 8

Октавий Константинович Ланге

* * *

Подземные воды СССР, часть I

* * *

Редактор **К. А. Петрова**
Техн. ред. **М. С. Ермаков**

Сдано в набор 6/I-59 г. Подписано в печать 18/VIII-1959 г. Л119837. Изд. № 902.
Формат 4×108. Печ. л. 17,0. Уч.-изд. л. 22,55+4 вклейки. Тираж 9000 экз. Заказ 2637.
Цена 9 руб.

Издательство Московского университета. Москва, Ленинские горы

С набора Первой Образцовой типографии имени А. А. Жданова Московского городского Совнархоза. Москва, Ж-54, Валовая, 28

Отпечатано в типографии издательства МГУ
Москва. Ленинские горы.
Заказ № 8.