

Латвийские
геологические фонды

Инв. №

2890

Основной экз.

24. X - 61г.

PRP 36. tip. Smilene P. 832 M. 5.000

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ
АКАДЕМИИ НАУК ЛАТВИЙСКОЙ ССР

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

О

ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ПО ТЕРРИТОРИИ ЛАТВИЙСКОЙ
С С Р

Латвийские
геологические фонды

Инв. №

2890

Основной экз.

PRP 36. tip. Smiltenē P. 832 M. 5.000

Гор.

Учреждение или предприятие

ДЕЛО

от

до

Примечание

Управление геологии и охраны недр
при Совете Министров Латвийской ССР
ГЕОЛФОНД
Инв. № 2890
Дата 24.8.61г.

АКАДЕМИИ НАУК ЛАТВИЙСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ

И. Г. ЛАВРИНОВИЧ
В. Я. СТАПРЕНС

О ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ПО ТЕРРИТОРИИ ЛАТВИЙСКОЙ ССР
И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

(Материалы для предварительной записки к генеральной
схеме комплексного использования водных ресурсов
СССР)

Р и г а
1961

ОБЩАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ПО ТЕРРИТОРИИ ЛАТВИЙСКОЙ ССР

- - -

В пределах Прибалтийского артезианского бассейна можно выделить два самостоятельных бассейна: Латвийский и Польско-Литовский артезианские бассейны.

Латвийский бассейн располагается в пределах южного склона Балтийского кристаллического щита, занимает Латвийский прогиб и северный склон Белорусско-Литовского выступа фундамента.

Территория Латвийской ССР /Латвийский прогиб/ расположена в центральной части бассейна и поэтому последнему присвоено название "Латвийского бассейна". Польско-Литовский артезианский бассейн занимает впадину того же наименования. Границы бассейнов проводятся соответственно границам названных структурных элементов.

Большая часть территории Латвии расположена в пределах центральной части Латвийского бассейна и лишь ее юго-западная часть относится к Польско-Литовскому артезианскому бассейну. Латвийский артезианский бассейн расположен на северо-западе Русской платформы и в основании сложен докембрийскими кристаллическими породами. Докембрийский фундамент залегает на значительных глубинах и вскрыт скважинами в северо-восточной части на глубине 619 м в центральной части на глубине 1024 м, а на юго-востоке за пределами республики - на глубине 502,8 м. Таким образом, в центральной части бассейна наблюдается наибольшее погружение фундамента.

Общее полого-синклинальное залегание пород с характерным зональным распределением основных стратиграфических комплексов осадочных пород, образующих полосы, вытянутые почти в широтном направлении, обуславливает последовательную смену более древних по возрасту отложений молодыми, при движении от южных и северных частей республики к ее центральным частям.

Весь сложный комплекс осадочных пород различного возраста, начиная от кембрийских и кончая четвертичными, содержит неглубокие подземные воды, вся толща которых и образует Латвийский артезианский бассейн. Синклинально залегающие водоносные горизонты разобщаются различными по мощности толщами водоупорных пород, которые в основном представлены глинами, глинистыми алевролитами и мергелями, а водосодержащие породы, в основном, представлены песками, песчаниками и доломитами.

Территория республики в течение ряда геологических периодов представляла собой окраинные области древних водных бассейнов, вследствие чего характерной особенностью развитых здесь отложений является их значительная литолого-фациальная изменчивость, которая прослеживается на небольших расстояниях как в вертикальном разрезе, так и по простиранию. Это обстоятельство определило значительные изменения водообильности водоносных горизонтов, а также обусловило неустойчивость водоупорных толщ. На основании материала буровых скважин установлено, что на отдельных участках водоупоры имеют относительный характер или отсутствуют совсем, вследствие чего наблюдается гидравлическая связь между горизонтами.

Водоносные горизонты Латвийского артезианского бассейна приурочены к отдельным стратиграфическим горизонтам и содержатся в докембрийских, кембрийских, ордовикских, силурийских, девонских и четвертичных отложениях.

В нижней части разреза бассейна, вплоть до пярнуского горизонта среднедевонского возраста, содержатся рассолы и минерализованные воды, непригодные для целей водоснабжения; поэтому мы не будем останавливаться на их гидрогеологической характеристике.

Для целей водоснабжения в республике используются водоносные горизонты, приуроченные к средне- и верхнедевонским отложениям, причем, как уже упоминалось, основными горизонтами являются селецский и гауйский, а также аматский. Воды четвертичных отложений используются главным образом для водоснабжения сельских районов, но в отдельных случаях и для водоснабжения крупных центров, например городов Рига, Даугавпилс, Лиепая и Вентспилс.

Число водоносных горизонтов в каждом районе республики зависит от геологического строения. Это хорошо видно на карте водоносности коренных отложений территории Латвийской ССР, которая прилагается ниже.

Водоносность девонских отложений.

На размытой поверхности силурийских отложений трансгрессивно залегают породы девонской системы, представленные морской и континентальной фациями. Они покрыты плащом четвертичных отложений различной мощности, а местами выходят на поверхность, или же обнажаются по склонам долин крупных рек (Даугаве, Венте, Гауя и т.д.).

Верхняя часть толщи отложений девона вскрыта большим количеством буровых скважин, но лишь немногие из них подсекли нижнюю ее часть.

Толща девона сложена комплексом песчано-глинистых и комплексом карбонатных отложений. На основании богатого фаунистического материала и по литологическим признакам произведено детальное стратиграфическое расчленение всей толщи. До недавнего времени на территории Прибалтики выделялись лишь средняя и верхняя отделы. И лишь в последнее время, в результате бурения спорных скважин на территории Прибалтики, получены новые данные, позволившие выделить нижнедевонские отложения. Эти единичные данные не позволяют говорить с достаточной достоверностью о распространенности этих отложений на территории Прибалтики и пока не дали никакого материала о их водоносности. Отложения среднего и верхнего отделов содержат воды на нескольких уровнях разреза, следовательно в них можно выделить несколько водоносных горизонтов. В карбонатном комплексе верхнего отдела местами наблюдается взаимосвязь горизонтов, что оказывает определенное влияние на поведение пьезометрических уровней и химизм вод, однако различия литологического состава водонасыщающих пород и наличие глинистых и мергелистых прослоев и шпал между ними позволяет трактовать их, как самостоятельные водоносные горизонты.

В целях выявления общих закономерностей и распределения подземных вод, условий и характера их зале-

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ К СХМАТИЧЕСКОЙ КАРТЕ ВОДОНОСНОСТИ КОРЕННЫХ ПОРОД
ЛАТВИЙСКОЙ ССР

1 - 14 Литологический состав горизонтов и их стратиграфическая принадлежность



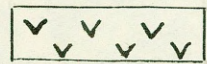
Пески и песчаники различной степени цементации и алевроиты



Карбонатные отложения (доломиты, мергели, доломиты глинистые, доломитовые мергели, известняки)



Глины, глины доломитовые

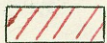


Гипсоносность



Данных о водоносности отложений нет

- 15 Распространение эскарстованных пород /ориентировочно/
16 Воды пресные, преимущественно гидрокарбонатно-кальциево-магниевые типа
17 Воды пестрые по степени минерализации, сульфатно-кальциево-магниевые, гидрокарбонатно-кальциево-магниевые и смешанные
18 Водообильные породы с возможным максимальным дебитом от 1,0 до 10,0 л/с
19 Слабоводообильные породы с возможным максимальным дебитом до 1,0 л/с
20 Граница распространения водоносных горизонтов или комплексов
- 17 Распространение вод пестрых по степени минерализации смешанного типа: гидрокарбонатно-хлоридные или сульфатно-хлоридные



гания, а также для характеристики химизма вод, работа иллюстрируется гидрогеологической картой водоносности пород дочетвертичного возраста ЛССР в м 1:500 000.

Салацкий водоносный горизонт.

Выше пярнуского горизонта в гидрогеологическом разрезе следует салацкий горизонт, отделяющийся от первого породами нарвской свиты, в которой /в пределах Латвийской ССР/ водопритока не было получено ни в одной скважине.

Отложения нарвской свиты, мощностью от 100 до 143 м, представленные доломитовыми мергелями, глинами и мергелями, представляют собой мощный водоупор, который разделяет нижний песчаный комплекс девонских отложений от среднего песчано-глинистого комплекса отложений средне- и верхнедевонского возраста.

П.П. Лиепиньш рассматривает нижнюю часть этого комплекса как самостоятельную тартускую свиту, а верхнюю часть - как вбавскую, основываясь лишь на фаунистических различиях, и оговариваясь, что проведение границы между свитами пока еще чисто условное. Поэтому на современном этапе изученности вся толща отложений перечисленных свит рассматривается нами как единый сложный водоносный горизонт.

Салацкая свита представлена отложениями континентальных фаций, состоящими из чередования песчаных, глинистых, мергелистых и алевролитовых пород. Для горизонта характерна быстрая фациальная изменчивость как в горизонтальном, так и в вертикальном разрезе, которая наблю-

дается на незначительных расстояниях. Прослой глини, мергелей и алевролитов, разобщающих водосодержащие песчаные породы, не выдержаны на значительной площади. Однако эти линзовидные прослой сменяют друг друга в горизонтальном направлении, тем самым образуют водоупорные прослой, которые разделяют водоносный горизонт и создают различия в пьезометрических уровнях горизонта и химизме вод. Необходимо отметить, что хотя в разрезе и преобладают песчаные разности пород, однако водообильность их весьма разнообразна, т.к. они прерываемы частую мелкозернистыми глинистыми разностями.

В верхней части горизонта, мощностью около 60 м, преобладают глины, которые служат относительным водоупором между саяцким и гауйским горизонтами.

Песчаный состав отложений, широкое площадное распространение и значительная мощность их обуславливает наличие в них мощного напорного водоносного горизонта. В пределах площади неглубокого залегания горизонта в северных и юго-восточных районах территории Латвии заложено значительное число скважин, которые обладают в основном высокой водообильностью.

В центральной части Латвийского бассейна и на северном склоне Польско-Литовского бассейна водоносность горизонта почти не изучена, так как в указанных районах горизонт залегает на значительных глубинах и перекрыт мощной толщей водосодержащих отложений.

Напоры в этом горизонте значительны и изменяются в широких пределах от +73,0 м у пос. Умурга, Лимбажского района, +43,0 м у г. Стренчи, +20,6 м у пос. Мерс-

гале, до +3,8 м в пос. Дунте, а в некоторых скважинах фонтанируют. Дебит скважин изменяется также в широких пределах от 1,7 л/с до 8-15 л/с и зависит от литологического состава пород вскрытой части разреза горизонта.

Воды горизонта пресные, в основном гидрокарбонатно-кальциевые, с минерализацией 0,3-0,4 г/л. Для них характерно довольно высокое содержание $Fe^{2+} + Fe^{3+}$, достигающее 2,2 мг/л. Содержание Cl обычно не превышает 13 мг/л, а количество сульфатов в среднем достигает 3,0 мг/л.

По мере погружения водоносного горизонта его минерализация возрастает до 0,6 - 1,1 г/л.

В центральной части Латвии, вплоть до устья р. Гауи, наблюдается не только увеличение минерализации салацкого горизонта, но и изменяется тип вод. Воды переходят к сульфатно-гидрокарбонатному типу. На участке, расположенном ^{НИЗОВЬЯМИ} между рек Гауи и Даугавы, в прибрежной части Рижского залива, скважинами вскрыты воды с высоким содержанием хлор-иона, в связи с чем воды относятся к смешанному типу. Увеличение хлор-иона связано, очевидно, с поступлением вод хлоридно-кальциево-натриевого типа из пярнуского водоносного горизонта по тектоническим трещинам. За пределами Латвии, в Белоруссии, минерализацией продолжает возрастать и достигает 1,5 г/л.

Снижение высотных отметок поверхности вод горизонта происходит как в сторону Рижского залива, так и в сторону долин рек Салца и Гауи. Таким образом, дренаж вод горизонта на территории Латвии осуществляется Рижским

заливом и долинами рек Салца, Гауя, Даугава и Вента. В долине р. Салца наблюдаются выходы источников, дебиты которых не превышают 0,5 л/сек.

Гауйский водоносный горизонт

Наибольший интерес для целей водоснабжения представляет собой гауйский горизонт, залегающий в основании верхнего отдела девона. Водоносный горизонт эксплуатируется наиболее широко в пределах республики, в основном на тех же участках, где он залегает на сравнительно небольших глубинах. Гауйский водоносный горизонт наиболее полно изучен в центральной и восточной части Латвии.

На схематической карте гидрохимической зональности гауйского горизонта показана площадь распространения горизонта, рельеф кровли горизонта, положение пьезометрических уровней и т.д. Кровля горизонта неровная - вырисовываются отдельные поднятия и впадины, в общих чертах повторяющие структурное строение рассматриваемой территории. В восточной части республики горизонт вскрывается на отметках от +70,0 м до +99,0 м, в западной же части наблюдается общее ее погружение.

Одновременно с погружением кровли горизонта в сторону Польско-Литовской впадины наблюдается уменьшение мощности отложений. Так, в бассейне р. Гауя мощность горизонта достигает 100,0 м, а по мере приближения к впадине она сокращается до 60 м.

В фациальном отношении горизонт характеризуется чрезвычайной пестротой, которая наблюдается как в горизон-

тально, так и в вертикальном направлении. Такая острая смена различных комбинаций песчано-глинистых и алевролитовых отложений напоминает отложения дельт. В центральной и северо-восточной части распространения горизонта наблюдаются преобладание песков и песчаников. Для западной части характерно преобладание глинистых, мелкозернистых разностей и песчаников и алевролитов.

Необходимо отметить, что в центральной части Латвийского бассейна водоносность гаубского горизонта изучена слабо.

Несмотря на то, что в разрезе горизонта преобладают значительные по мощности прослой песчаных пород, водообильность их в целом невысокая, т.к. породы представлены мелкозернистыми ^{иногда} глинистыми разностями. Из значительного числа метров песчаных отложений водообильными являются лишь отдельные части разреза горизонта. Это хорошо иллюстрируется данными бурения эксплуатационных скважин на воду.

По данным буровых скважин в нижней части горизонта преобладают среднезернистые разности песков и песчаников, а верхняя часть слагается глинами, алевролитами и мелкозернистыми песчаниками с характерной красно-бурой пестроцветной окраской.

Гранулометрический состав водосодержащих прослоев изучался в целом ряде районов территории республики при бурении разведочно-эксплуатационных скважин на воду. Все эти данные свидетельствуют о том, что водосодержащие прослой в основном сложены мелкозернистыми разностями песков и песчаников различной степени твердости; цементом служат карбонаты и окислы железа.

Глины и алевроиты верхней части свиты являются водоупором между рассматриваемым водоносным горизонтом и вышележащим эвартским водоносным горизонтом. Однако на ряде участков этот водоупор отсутствует и при значительных водозаборах наблюдается тесная взаимосвязь между вышележащими горизонтами /Рижский район/. Нижним водоупором, как уже было сказано, служит верхняя часть отложений салацкого горизонта. Воды горизонта повсеместно непорные, но уровень их обычно устанавливается ниже поверхности земли, располагаясь на возвышенных местах в 100,0 м от поверхности земли /Видземская возвышенность/, а в низинах на глубине от 3,0 до 6,0 м /Рижско-Елгавская низменность/.

Общее понижение пьезометрической поверхности наблюдается как в сторону Рижского залива, так и в сторону долины рек Гауя, Брасла, Даугава, Абева, являющихся областями интенсивной разгрузки водоносного горизонта. В долине реки Гауя наблюдаются многочисленные выходы источников.

Откочки, проведенные по большому числу скважин, вскрывших водоносный горизонт, показали неравномерную водообильность горизонта по площади его распространения, что вполне объяснимо значительной пестротой фациального состава. Наибольшая водообильность приурочена к району Рижско-Елгавской низменности, где зафиксирован дебит 30,0 л/с при понижении уровня на 7,0 м. В остальных районах расходы воды в среднем колеблется от 1,0 л/с до 3-5,0 л/с.


Наиболее широко гауйский горизонт эксплуатируется в населенных пунктах, колхозах, совхозах, МТС и предприятиями местной промышленности. По материалам Режимной гидрогеологической станции Управления геологии и охраны недр

при СМ Латвийской ССР наибольшее количество скважин, эксплуатирующих Гаульский горизонт, расположено на территории г. Риги. Из общего числа скважин примерно 75 % заложено в Гаульском горизонте.

Химический состав вод горизонта изучался как по источникам, так и по скважинам. По своим качественным показателям воды подразделяются на две группы: гидрокарбонатно-кальциево-магниевые и различные комбинации смешанных вод сульфатно-гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные или сульфатно-хлоридные. Первая группа вод имеет наиболее широкое площадное распространение, эти воды встречены в источниках и буровых скважинах, расположенных как в западной, так и в восточной частях республики. Вторая группа вод вскрыта только буровыми скважинами, расположенными в основном в пределах Рижско-Балтийской низменности и отдельным очагом в средней части бассейна р. Гауя. Воды с высоким содержанием хлоридов встречены преимущественно на участке, ограниченном долинами рек Даугава и Гауя в их нижнем течении. На гидрохимической карте штриховкой показана площадь распространения этих вод.

Для вод первой группы характерна незначительная величина сухого остатка, не превышающая 500 мг/л, причем в водах источников она обычно не превышает 300 мг/л. Содержание Cl^- в среднем составляет 12 мг/л; содержание SO_4^{2-} изменяется от 3-5 мг/л до 30 мг/л, реже достигает 80 мг/л. Жесткость вод изменяется в пределах от 5 до 18 нем. градусов. В водах отмечено присутствие $Fe^{2+} + Fe^{3+}$, достигающее до 1-3,0 мг/л.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ К СХЕМАТИЧЕСКОЙ КАРТЕ
Гидрохимической зональности ГАУДСКОГО ГОРИЗОНТА

- 1 - Диная равных мощностей горизонта. Сечение изометрией через 25 м
- 2 - Изометрии кровли водоносного горизонта. Сечение изометрией через 20 м
- 3 - Изометриями. Сечение через 20 м
- 4 - Контур распространения водоносного горизонта
- 5 и 6 - Водоносный горизонт в песчано-глинистой толще
- 7 - Бразные воды с преобладанием гидрокарбонатного аниона
- 8 - Воды пестрые по степени минерализации (встречаются с минерализацией выше 1,0 г/л) с преобладанием хлоридного или сульфатного аниона 
- 9 - Участки с отсутствием водоносного горизонта

Для вод второй группы показательна более высокая минерализация, изменяющаяся от 700 мг/л до 2233 мг/л. Характерным также является высокое содержание сульфатов, достигающее 700 мг/л. Резкому увеличению количества сульфатов иногда сопутствует и повышение содержания хлоридов, в отдельных случаях достигающее 400-1060,0 мг/л (скв. сел. Саутыни № 10/20 б/). Общая жесткость вод резко возрастает по сравнению с водами первой группы, изменяясь в пределах от 20 до 40 нем. градусов.

Причины значительного увеличения содержания сульфат-иона в водах гауйского горизонта не совсем ясны. Известно, что водосодержащие породы верхнедевонского возраста как в центральной, так и в западной части Латвии в отдельных интервалах разреза загипсованы. В нашем распоряжении нет данных о гипсоносности гауйских отложений.

Однако не исключено, что на отдельных участках там, где горизонт залегает на небольших глубинах, происходит поступление вод сульфатного типа из вышележащих горизонтов. Данные бурения некоторых ^{скважин} указывают, что изменение солевого состава вод происходит и в зависимости от глубины залегания горизонта.

Обогащение вод гауского горизонта хлоридами связано с разгрузкой вод парнуского горизонта, которая происходит по тектоническим трещинам.

Таким образом, воды первой группы по своим качественным показателям представляют несомненно большую ценность для водоснабжения республики.

Аматский водоносный горизонт

Следующий водоносный горизонт приурочен к отложениям аматской толщи, которая залегает на абавско-гаусских отложениях и занимает меньшую площадь, нежели вторые.

Аматская толща перекрыта на большей части площади ее распространения карбонатными отложениями плавиньской свиты верхнего девона и в меньшей мере — четвертичными отложениями. Породы свиты выходят на дневную поверхность в обнажениях по берегам р. Аматя, Гауя, Даугава, Вента.

Разрез свиты невыдержан и состоит из довольно пестрого, но однообразного комплекса пород, мощностью от 12 до 35 м, представленного кварцевыми песками, песчаниками с прослоями глины и алевроитов и изредка мергелями. Цементующим веществом песчаников служат те же материалы, как и в нижележащих песчаных свитах. Нужно отметить, что крепкоцементарованные разности песчаников встречаются редко, обычно это слабые, рыхлые разности. Местами встре-

чаются песчаники оолитовой текстуры. Прослой и линзы глины приурочены к верхней части свиты.

Изучение гранулометрического состава водосодержащих пород свиты производилось по небольшому количеству образцов и показало, что мелкозернистая фракция резко доминирует, среднезернистая - встречается реже. Отмечено, что мелкозернистые разности песков и песчаников обладают плавунными свойствами. В силу этих причин аматский водоносный горизонт эксплуатируется в сравнительно небольших размерах, хотя по своим качественным и количественным показателям он вполне пригоден для водоснабжения.

Аматские воды напорны и зачастую скважины дают самовливы. Отметки пьезометрических уровней изменяются в широких пределах от + 117,0 м в Муняглове до + 56,7 м в Тукуме, а в районе г. Риги они снижаются до + 2,3 м.

Водообильность горизонта изменяется от 3-5 л/с до 1 л/с при понижении уровня на 1-10,0 м и зависит в основном от литологического состава водовмещающих пород.

Химический состав вод довольно однообразен. Воды горизонта пресные, с минерализацией от 0,3 г/л до 0,8 г/л (по сухому остатку). По типу минерализации выделяются две группы вод: гидрокарбонатно-кальциево-магниевая и сульфатно-гидрокарбонатная кальциево-магниевая. Формирование последней группы вод происходит в результате смешения выше- и нижезалегающих вод. Обычно воды умеренно жесткие.

Из анионов преобладают гидрокарбонатный и сульфатный. Среди катионов - ионы кальция

Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Латвийской ССР	
ГЕОЛФОНД	
Инв. №	2890
Дата	24. X - 61г.

Комплекс вышележащих водоносных горизонтов

Выше по разрезу за эвратским водоносным горизонтом в Латвийском артезианском бассейне выделяются: плавиньский, саласпилсский, даугавский и огрский горизонты верхнедевонского возраста. Площадь распространения каждого последующего горизонта меньше предыдущего. Это хорошо видно на прилагаемой гидрогеологической карте коренных отложений.

Водосодержащими породами являются карбонатные породы (доломиты, доломитовые мергели и т.д.) и только в огрском водоносном горизонте одновременно с доломитовыми мергелями встречаются пески и песчаники. Водоупорами служат прослойки глины или глинистых разностей пород, которые наблюдаются в каждом водоносном горизонте. Однако нередко глинистые прослойки или лавы имеют незначительную мощность, или же выклиниваются. В таких местах отмечена взаимосвязь между водоносными горизонтами.

Для целей водоснабжения из перечисленного комплекса горизонтов наибольший интерес представляет даугавский горизонт и, в меньшей мере, плавиньский и огрский. Саласпилсский водоносный горизонт в северной части его распространения содержит воды сульфатно-кальциево-магниевые типа, которые большей частью имеют повышенную минерализацию и для питьевых и технических целей не пригодны. В южной части распространения горизонта содержится пресные воды, которые небольшим количеством скважин используются для водоснабжения, но здесь горизонт слабо водообladen.

Воды деугавского горизонта используются в пределах долины р. Деугавы и прилегающих к ней водораздельных пространств, а также в ряде районов восточной части Латгалии. Скважины закладываются на глубину 40-60 м, а дебиты колеблются в основном в пределах от 1,0 до 5,0 л/сек., чаще 2-3,0 л/сек. Воды гидрокарбонатно-кальциево-магниевого типа с минерализацией, в среднем, не превышающей 0,5 г/л.

Воды плавиньского горизонта используются незначительным числом скважин, разбросанных по всей площади распространения горизонта. Глубины залегания скважин колеблются от 20 до 60 м, реже до 80-100 м. Дебиты скважин варьируют в широких пределах от 0,5 л/с до 4,0 - 6,0 л/с. Минерализация и тип вод аналогичны водам деугавского горизонта.

Воды отреского горизонта используются главным образом в Цесисском, Мадонском, Гулбенском и Балвском районах. Дебиты скважин зачастую незначительны - редко превышают 2,0 л/с, чаще - от 0,5 до 1,0 л/с, при глубине скважин, в среднем, 50-60 м. Воды гидрокарбонатно-кальциево-магниевого типа с минерализацией до 0,5 г/л.

Необходимо отметить, что в долине р. Деугавы карбонатные горизонты на отдельных участках сильно выкарстованы и содержат как трещинно-карстовые воды. Это сказывается на водообильности горизонтов в этих районах, которая изменяется в широких пределах от 1,0 до 10,0 л/с, а также и на типе вод. Так, на участках интенсивного процесса карстования встречаются воды сульфатно-кальциево-магниевого типа.

Водоносность четвертичных отложений

Толща четвертичных отложений чрезвычайно неравномерна по мощности и слоению. Как правило, на водораздельных пространствах и возвышенностях мощность четвертичного покрова больше, нежели на низменных равнинных участках. Так, в пределах возвышенностей она обычно колеблется от 30 до 100 м, тогда как на равнинах резко сокращается, обычно, не превышает 20 м и только местами на участках древних эрозионных врезов достигает иногда 100-300 м.

Основная масса четвертичных отложений представлена моренными образованиями, чрезвычайно изменчивыми по вещественному составу и условиям залегания. На территории Латвийской ССР установлено присутствие морен по крайней мере трех оледенений, разделенных межледниковыми осадками, среди которых существенное значение имеют флювиогляциальные отложения. Кроме того, также в толще морен встречаются прослои и линзы гравелистых и песчаных отложений. Межледниковые воды обладают иногда значительными напорами.

В верхней части четвертичной толщи, помимо моренных отложений, широко распространены также флювиогляциальные, лимногляциальные, элювиальные, болотные и болотные отложения, в которых содержатся грунтовые воды. Последние не только используются по всей территории республики для мелкого водоснабжения, особенно в сельских местностях, но играют значительную роль также при водоснабжении городов, напр. Рига, Лиепая, Даугавпилс и др.

Области питания грунтовых вод совпадают, как правило, с областями их распространения. Разгрузка грунтовых вод происходит в пониженных участках рельефа или по бортам речных долин, отчасти также в нижележащие артезианские водоносные горизонты. Питание грунтовых вод происходит за счет атмосферных осадков, реже за счет вод поверхностных водоемов, местами же происходит подпитывание напорными водами нижележащих водоносных горизонтов.

Наиболее водообильны песчано-гравийные отложения. Удельные дебиты скважин здесь, как правило, не меньше 1 - 3 л/сек, достигая в отдельных случаях 5 и более л/сек. Глубина залегания грунтовых вод обычно от 0-3 м на пониженных участках, возрастая до 10-20 м на возвышенностях. Мощность водосодержащих пород обычно 3-5 м, лишь изредка превышает 10 м. По химическому составу воды этих отложений обычно относятся к пресным гидрокарбонатно-кальциевым водам, с минерализацией 0,3-0,5 г/л и с умеренной жесткостью. Близ населенных пунктов воды иногда загрязнены и содержат повышенные количества хлоридов и сульфатов.

Менее водообильны песчаные отложения. Дебиты водосточников обычно не превышают 1 л/сек. Степень минерализации этих вод весьма различна (0,2 - 1,2 г/л), меняется также тип минерализации. Преобладают гидрокарбонатно-кальциевые воды, но нередко встречаются также смешанные гидрокарбонатно-кальциевые с сульфатно-кальциевыми, реже хлоридно-натриевыми водами в различных сочетаниях. Примесь сульфатно-кальциевых вод наблюдается в местах подпитывания грунтовых вод водами гипсоносных коренных пород, а хлоридно-натриевых - в сравнительно узкой прибрежной полосе вдоль берега моря.

Воды лимно-гляциальных и болотных отложений для водоснабжения играют совсем незначительную роль. Массивы эоловых песков служат хорошими коллекторами вод атмосферных осадков, накапливающиеся грунтовые воды могут быть использованы для водоснабжения даже крупных центров /напр. г. Даугавпилс/. Отличительной чертой этих вод является их низкая минерализация, мягкость, а нередко также агрессивность к бетону.

Основные артезианские водоносные горизонты - салацкий, гауйский и аматский - наиболее широко эксплуатируются в пределах Латвийского артезианского бассейна в бассейнах рек Салеца, Гауя и Даугава. Гидрологические условия здесь изучены лучше, чем по остальной территории республики, работает также сеть станций гидрометслужбы. Поэтому именно бассейны этих рек нами использованы для ориентировочной оценки ресурсов подземных вод, несмотря на то, что наличие речных долин, местами глубоко вреза^нных в коренные отложения, сильно усложняют общую схему питания и разгрузки артезианских вод.

22

ОРИЕНТИРОВОЧНАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

и некоторые соображения об их использовании

- - -

Гидрогеологическая изученность территории Латвийской ССР ^{в целом} недостаточна для удовлетворительно надежного подсчета ресурсов подземных вод. Так например, коэффициенты фильтрации коренных водоносных толщ, определенные по данным кустовых откачек, почти отсутствуют; карты гидроизопьез по аматскому и салацскому горизонтам отсутствуют; недостаточны также сведения по литологии водовмещающих пород и т.д. Поэтому нам приходится ограничиться только ориентировочной оценкой, базируясь в основном на общих гидрологических ^{и гидрогеологических} соображениях.

Как известно, территория Латвийской ССР относится к зоне избыточного увлажнения, поэтому питание горизонта грунтовых вод не требует пояснений. Сложнее вопрос о питании нижележащих горизонтов артезианских вод, приуроченных обычно к коренным отложениям. Правда, уровень грунтовых вод по всему Латвийскому бассейну (если не считать долин крупных рек и сравнительно узкую полосу Приморской низменности вдоль побережья Рижского залива), как правило, выше пьезометрических поверхностей водоносных горизонтов зоны активного водообмена. Поэтому подпитывание последних инфильтрационными водами в принципе возможно почти по всей территории бассейна. Однако широкое распространение покровов моренных суглинков, местами достигающего мощности в несколько десятков метров, заставляет предполагать, что подпитывание вод коренных отложений

грунтовыми водами происходит не повсеместно, а только в местах, достаточно выгодных для глубокой инфильтрации. Области же разгрузки, как это показывают пьезометрические отметки, являются долины крупных рек, Рижский залив, впадина Балтийского моря и в какой-то мере Чудское озеро.

Примерно аналогичная гидрогеологическая и климатическая обстановка имеет место по бассейну р. Даугавы и за пределами Латвийской ССР. Поэтому при ориентировочной оценке мы можем считать, что бассейны рек: р. Даугавы до створа Кегумс; р. Гауя до створа Сагулда и р. Салацы до створа Лагасте в целом относятся к области питания артезианских вод.

Основываясь на этом допущении при составлении ориентировочного водного баланса этих бассейнов, мы пользовались формулой Б.И. Куделина

$$I_0 = I_0 + Z_0 + J_0,$$

где I_0 - норма осадков, I_0 - норма стока, Z_0 - норма испарения и J_0 - норма инфильтрации на те горизонты артезианских вод, которые до данного створа еще не дренируются гидрографической сетью. Используются гидрологические данные Управления Гидрометслужбы Латвийской ССР. Для I_0 и I_0 взяты среднееголетние значения. В качестве грунтового стока взят средний, примерно, месячный сток за 1957-1959 г.г. + 10 % прироста на увеличение грунтового стока при более высоких уровнях. Значение Z_0 взято: для бассейна р. Даугавы по карте И.С. Кузнецова (350 мм/год), для бассейнов р. Гауя и р. Салацы - 370 мм/год (условно, так как имеются данные раско-

дятся и для данной области варьируют в пределах 350-400 мм/год). Баланс, таким образом, носит весьма условный характер, но он все таки может дать приближенное представление о ресурсах подземных вод бассейна. Результаты подсчетов сведены в табл. 2. По бассейну р. Гауи ^{для сравнения} подсчитаны ^{значения} также ^{при} нормы стока - $z_0 = 400$ мм/год.

Мы видим, что по основной части артезианского бассейна - бассейна рек Гауи и Даугавы - цифры расходятся сравнительно мало. Поэтому данные по бассейну реки Гауи мы можем считать характерными для всей области питания: примерно 56 % от выпадающих осадков идет на испарение, 21 % - на поверхностный сток, 17 % - на питание грунтовых и дренируемых артезианских вод и 6 % - на питание глубоких (т.е. не дренируемых местной гидрографической сетью) артезианских вод. При сравнении с цифрами, полученными Б.И. Куделиным по Донецко-Днепровскому бассейну, эти данные представляются правдоподобными, по крайней мере значение величины питания подземных вод. Используя ее, получаем, что годовой приход подземных вод на 1 км^2 будет:

грунтовых и верхних артезианских вод	110 000 м ³
глубоких артезианских вод	40 000 м ³
	Всего - 150 000 м ³

Суммарный суточный приход, следовательно, составляет $410 \text{ м}^3/1 \text{ км}^2$.

Таким образом, цифру $400 \text{ м}^3/\text{сутки}/1 \text{ км}^2$ для естественных ресурсов подземных вод для Латвийского арте-

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ СРЕДНИЙ ГОДОВОЙ ВОДНЫЙ БАЛАНС
ОБЛАСТИ ПИТАНИЯ ЛАТВИЙСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА
(по трехлетним данным 1957-1959 гг.)

Бассейн реки	Расчет- ный створ	Пло- щадь водо- сбора км ²	Осад- ки (X ₀) мм/ год	С т о к								Испа- рение		Всего инфиль- трации на уровень грунтовых вод	
				Общий		в том числе						мм/ год	в % от X ₀	мм/ год	в % от X ₀
				мм/ год	в % от X ₀	поверхне- стный		грунтовый		артезиан- ский					
						мм/ год	в % от X ₀	мм/ год	в % от X ₀	мм/ год	в % от X ₀	мм/ год	в % от X ₀		
Даугава	Кегуме	82400	623	273	43,8	128	20,5	112	18,3	33	5,3	350	56,2	145	23,6
Гауя	Сигулда	9170	661	291	44,0	140	21,2	110	16,6	40	6,2	370	56,0	150	22,8
				(261)	(39,5)	(*)	(*)	(*)	(*)	(11)	(1,7)	(400)	(60,5)	(121)	(18,3)
Салаца	Лагасте	3310	672	302	45,0	236	35,0	63	9,5	3	0,5	370	55,0	66	9,8

П р и м е ч а н и е: Значения в скобках () соответствуют норме испарения
Z₀ = 400 мм/год

зависского бассейна можно считать сравнительно надежной. Значение $335 \text{ м}^3/\text{сутки}/1 \text{ км}^2$, соответствующее норме испарения $Z_0 = 400$, следует рассматривать как самое минимальное. Для надежности впредь при подсчетах будем пользоваться последним. Как минимальное значение ресурсов глубоких эртезианских вод получаем $30 \text{ м}^3/\text{сутки}/1 \text{ км}^2$.

Некоторая часть запорходованных запасов расходуется на обеспечение потребностей местного водоснабжения, основная же часть относится грунтовым потоком к местам естественной разгрузки или к районам интенсивного водопотребления (крупным населенным пунктам). Попробуем подсчитать вероятные расходы потока по основным водоносным горизонтам.

Средний уклон пьезометрических поверхностей горизонтов по направлению к берегу Рижского залива можно считать, примерно, равным 0,001. Сугубо приближенные средние значения коэффициентов фильтрации (принимая, что $R = 500 - 600 \text{ м}$) для створе Сигурда - Орре - Балдоне (подступы к г. Риге) таковы:

Аматский водоносный горизонт	-	3,2 м/сутки
Гауйский " " "	-	10,3 м/сутки
Сэляцкий " " "	-	4,6 м/сутки

Ориентировочные средние мощности достаточно водопроницаемой части водоносных отложений для упомянутого створа:

Аматский водоносный горизонт	-	15 м
Гауйский " " "	-	65 м
Сэляцкий " " "	-	45 м.

Через 1 км фронта потока вод упомянутых 3-х горизонтов протекает воды:

$$3,2.0,001.15\ 000 + 10,3.0,001.65\ 000 + \\ + 4,5.0,001.45\ 000 = \underline{920\ \text{м}^3/\text{сутки}}.$$

Последняя цифра нам представляется значительно заниженной. Прежде, значительная часть артезианских вод переносится по ^{и саласпилсскому} льявильскому водоносному горизонту, незначительная часть может пойти на питание горизонтов зоны замедленного водообмена (по соотношению пьезометрических уровней таковое, как правило, невозможно); в отдельных местах может происходить разгрузка в грунтовые воды. Однако ясно, что основная масса артезианских вод переносится по упомянутым трем водоносным горизонтам. Допустим, ^{для сравнения} что через 1 км фронта общего потока артезианских вод протекает 2000 м³/сутки. Если длину фронта разгрузки для бассейна р. Гауля считать равным 70 км (по гидроизопьезе +25), то расход потока получаем 140 000 м³/сутки. В то же время приход артезианских вод по бассейну р. Гауля (не считая прихода из тыловой части артезианского бассейна) составляет 9170x30=275000 м³/сутки т.е. почти вдвое больше. Учитывая, что значение прихода 30 м³/сутки является минимальным, мы можем считать, что на подступах к г. Риге естественные ресурсы упомянутых трех горизонтов составляют не менее 1500 м³/сутки.

Базируясь на полученные цифры, мы можем ориентировочно подсчитать размеры ресурсов подземных вод для района г. Риги - наиболее крупного водопотребителя республики.

Можно считать, что водозаборные скважины на грунтовые и артезианские воды для водоснабжения г. Риги практически можно разместить по территории, площадью 40 x 25 = 1000 км², причем скважины на артезианские воды могут быть заложены в любой точке площади, которая

вытянута, примерно, по направлению фронта потока. Если перехватить весь фронтальный приход воды, то (не считая подпитывание из выше- и нижележащих горизонтов и подток со смежных боковых и тыловых участков при образовании депрессионной воронки) рационально размещенными водозаборными сооружениями можно извлечь не менее $1500 \times 40 = 60\ 000 \text{ м}^3/\text{сутки}$ вод аматского, гауйского и салацкого водоносных горизонтов. Учитывая изложенное раньше, цифру можно считать минимальной. Так как территория города находится в зоне разгрузки, то формирование запасов на месте не происходит. Некоторый дополнительный приход может дать использование вод плавиньского и салацпилеского водоносных горизонтов, хотя здесь следует считаться с повышенным содержанием сульфатов.

Сложнее вопрос об использовании грунтовых вод. В связи с неровностью рельефа и изменчивостью литологического состава четвертичной толщи ^Дпоток со стороны в территориальном масштабе проблематичен; мы можем считаться ^{только} с ресурсами, формирующимися на месте. Если откинуть застройку часть рассматриваемой территории г. Риги и окрестностей, да озера, реки, болота, места свалок, спецобъекты и т.д., то от упомянутых 1000 км^2 останется не более 300 км^2 , которые в принципе могли бы быть использованы для устройства водозаборных сооружений на грунтовые воды. Так как верхняя часть четвертичных отложений здесь сложена почти исключительно песчанистыми и гравелистыми разностями, то можно считать, что не менее 30 % выпадающих осадков, т.е. примерно 200 мм/год, идет на пополнение запасов грунтовых вод, что дает приход грунтовых вод примерно $160000 \text{ м}^3/\text{сутки}$.

В некоторых местах известный дополнительный приход могут дать разгружающиеся артезианские воды, но это во многих местах грунтовые воды загрязнены в такой степени, что не могут быть использованы для водоснабжения города. Точный ответ здесь может дать только детальное исследование.

Таким образом, суммарные ресурсы подземных вод для упомянутой территории г. Риги и окрестностей мы можем оценить: примерно в 220 000 м³/сутки при условии, что все эти ресурсы будут каптрованы водозаборными сооружениями.

Возвращаясь к вопросу об использовании артезианских вод следует обратить внимание на тот факт, что уже в данный момент на территории г. Риги и окрестностей работает не менее 260 скважин, забирающих воду из упомянутых 3-х основных водоносных горизонтов, производительность которых при непрерывной и независимой работе в среднем не менее 500 м³/сутки (производительность некоторых достигает 3000 м³/сутки). Следовательно, полная мощность водозаборов достигает 130 000 м³/сутки, т.е. больше чем вдвое превышает подсчитанные на гораздо более обширную территорию ресурсы (60 000 м³/сутки). Конечно, скважины не работают и не могут работать на номинальную мощность, однако перерасход ресурсов артезианских вод происходит, депрессионная воронка все углубляется и некоторые колодцы уже вышли из строя или были переоборудованы. Такая беспхозяйственность в использовании артезианских вод недопустима и требует вмешательства правительственных организаций.

Пример г. Риги может быть отнесен ко всей западной части Латвийского артезианского бассейна. Если водопотребление населенного или промышленного центра превышает 30 - 40 тыс. м³/сутки, то обеспечение нужд за счет артезианских вод становится проблематичным и приходится искать возможности использовать другие водные ресурсы.

Наиболее крупным водопотребителем в восточной части бассейна в данное время и в перспективе является г. Даугавпилс. Так как по территории города и окрестностей мощность четвертичных отложений доходит до 200 м, а глубже залегающие воды коренных отложений часто засолены, то водоснабжение города приходится ориентировать в основном на грунтовые воды. Примыкающий к городу с севера песчаный массив, площадью более 50 км², должен иметь естественные ресурсы подземных вод не менее 30,000 м³/сутки. Кроме того имеются возможности использовать ресурсы глуболежащих водообильных гравелистых аллювиальных отложений в древних эрозионных врезках. Таким образом, водоснабжение г. Даугавпилс может быть реализовано полностью за счет ресурсов подземных вод, в основном грунтовых.

Гидрогеологические условия Польско-Литовской впадины по территории Латвийской ССР очень сложны и вдобавок слабо изучены. Сильно расходятся также данные об испаряемости, значения которой по области бассейна р. Венты - основной водной артерии северной оконечности впадины - делятся в пределах 350-400 мм/год. Поэтому без специальных исследований трудно оценить ресурсы подзем-

ных вод даже ориентировочно. По всему бассейну р. Венты до створа Абавы (водосборная площадь 11 000 км²) инфильтрация на уровень грунтовых вод составляет в среднем всего, примерно, 140 м³/1 км². Но так как гидрогеологические условия в различных частях бассейна весьма различны, эту цифру нельзя отнести к какому либо отдельному району.

Общее направление потока артезианских вод к югу. Этим, по-видимому, объясняется сравнительно малая водообильность коренных пород в районе г. Вентспилс, что создает значительные трудности для водоснабжения города.

Большой перегиб ресурсов подземных вод имеет место в г. Лиепая. Центрального водопровода город пока что не имеет, для водоснабжения построено около 700 скважин на грунтовые и артезианские воды по всей территории города. Вследствие перегиба ресурсов депрессионная воронка углубилась на 6-7 м ниже уровня моря и в воронку подсызывается морская вода. Часть скважин уже вышла из строя, многие работают с перебоями. Принимаются мероприятия по улучшению состояния.

Во всех других населенных точках территории Латвийской ССР водоснабжение на хозяйственно-питьевые потребности за счет ресурсов подземных вод пока что не встречает затруднений.

Ресурсы грунтовых и мелких артезианских вод в условиях Латвийского артезианского бассейна в 2-3 раза больше ресурсов пресных глубоких артезианских вод. Поэтому использование подземных водных ресурсов в Латвийской ССР в перспективе должно быть нацелено на расширение использования именно первых, тем более, что устройство водозаборных сооружений в последнем случае проще и требует, как правило, меньших затрат материалов и денежных средств. Извлекаемые воды, при правильно организованном водозаборе и соблюдении правил санитарной охраны, могут быть, как например показывает опыт водоснабжения г. Риги, достаточно высококачественными, чтобы подаваться из насосной станции непосредственно в городскую сеть. Ограниченность ресурсов артезианских вод налагает обязанность тщательно следить за охраной этих вод от засоления и истощения, особенно в районах крупных водопотребительских центров. В первую очередь необходимо аттестировать взорванные эксплуатационные и использованные разведочные скважины (учет таких скважин ведет Институтом геологии АН Латвийской ССР) и известить хотя бы элементарный порядок по эксплуатации потребителями своих колодцев. Столь же необходимо начать наконец систематические наблюдения за развитием депрессионных воронок в крупных центрах водозабора и за соблюдением режима потребления из городской водопроводной сети. Совершенно недопустима такая безхозяйственность, как в г. Риге, где уже на 5 и 6 этажах водопровод сплошь да рядом

не действует, а в то же время громадные количества питьевой воды расходуются на поливку улиц и насаждений, на рядовые технические потребности предприятий и т.д.

Суммируя имеющиеся данные о ресурсах подземных вод и их использовании по республике в целом, приходится констатировать, что узким местом водоснабжения являются не ресурсы - они вполне достаточны, не условия эксплуатации - их можно считать даже выгодными, а самотек и бесплановость при водоотборе и водопотреблении.

Думается, что для наведения должного порядка в водном хозяйстве потребуются какие то новые организационные формы и, по-видимому, специальные административные мероприятия. Во всяком случае, вопросам организационно-административного порядка при разработке г-евскому комплексного использования водных ресурсов следовало бы уделить самое серьезное внимание.

Рига, 18 VII. 612.

М. Савинович.

Ред. Г. Риче