

Фото: Wikimedia Commons/CC-BY-SA 3.0.

Москва питается поверхностными водами. Их источники — бассейн Москвы-реки и несколько водохранилищ, окружающих город. На фото: Пироговское водохранилище.

## ПРЕСНЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ НА СЛУЖБЕ НАСЕЛЕНИЯ

Доктор геолого-минералогических наук Игорь ЗЕКЦЕР, научный сотрудник Анна ЧЕТВЕРИКОВА, Институт водных проблем Российской академии наук.

«Нет более драгоценного полезного ис-  
копаемого, чем вода» — эти пророческие слова выдающегося геолога, президента Академии наук СССР академика А. П. Карпинского, произнесённые на Первом всесоюзном гидро-геологическом съезде в 1931 году, становятся всё актуальнее в наше время. Основная причина — всё большее использование пресных подземных вод для нужд населения. Подземные воды как источник водоснабжения имеют ряд существенных преимуществ перед поверхностными. Они лучше защищены от загрязнения и заражения; меньше подвержены многолетним и сезонным колебаниям уровней вод, связанным с климатической цикличностью и водностью отдельных лет; как правило, они имеют более широкое распространение по территории. Важен и экономический аспект: водозаборы подземных вод можно вводить в эксплуатацию

постепенно, по мере роста потребности в воде, в то время как строительство гидротехнических сооружений (водохранилищ, каналов и др.) требует крупных единовременных затрат.

Подземные воды — основной источник водоснабжения во многих странах Европы. В Австрии, Бельгии, Венгрии, Литве, Германии, Белоруссии, Дании, Румынии, Швейцарии и бывшей Югославии доля этих вод в хозяйственно-питьевом водоснабжении\* составляет более 70%, а в Болгарии, Италии, Нидерландах, Португалии, Франции, Чехии и Словении — 50–70%. Полностью или почти полностью на подземных водах основано водоснабжение Гамбурга, Будапеш-

\* Хозяйственно-питьевое водоснабжение — использование воды для питья, приготовления пищи, стирки, уборки помещений, принятия ванны, мытья посуды и других хозяйствственно-бытовых целей.

та, Вены, Копенгагена, Мюнхена, Рима, Минска, Вильнюса, а в Амстердаме, Брюсселе, Лиссабоне и некоторых других городах подземные воды покрывают больше половины потребности в воде для хозяйствственно-питьевых нужд.

А как обстоит дело в нашей стране? В общей сложности на 1 января 2014 года на территории России разведано 13 157 месторождений подземных вод, из которых в эксплуатации находится только 63%. Общие прогнозные ресурсы\* подземных вод на территории страны составляют 869,1 млн м<sup>3</sup>/сут. По субъектам Российской Федерации они распределены неравномерно и изменяются от 0,11 млн м<sup>3</sup>/сут в Калмыкии до 94,7 млн м<sup>3</sup>/сут в Ханты-Мансийском автономном округе. В Республике Коми прогнозные ресурсы составляют 69,3 млн м<sup>3</sup>/сут, в Томской области — 59,7 и Камчатском крае — 50,0. Меньше всего их в Мурманской области (0,37), в Республиках Карелия (0,13) и, как уже упоминалось, Калмыкия. Встаёт вопрос: много это или мало? Сколько потребляет воды в средний российский город? Для примера, в Воронеже, хозяйственно-питьевое водоснабжение которого полностью основано на подземных водах, используется 0,45 млн м<sup>3</sup>/сут.

Общие утверждённые запасы (то есть разведанная или изученная часть прогнозных ресурсов)\*\* подземных вод составляют 91,4 млн м<sup>3</sup>/сут, из которых 15% приходится на «богатые» подземными водами регионы — Московскую область и Краснодарский край.

Используются подземные воды в нашей стране не более чем на 20% от утверждённых запасов (см. табл. 1). Это даёт основание некоторым специалистам (и особенно не-специалистам) делать вывод об избытке подземных вод и о том, что можно прекратить поисково-разведочные работы и изучение условий формирования их запасов. Такой вывод принципиально неверен, так как превышение утверждённых запасов подземных вод над

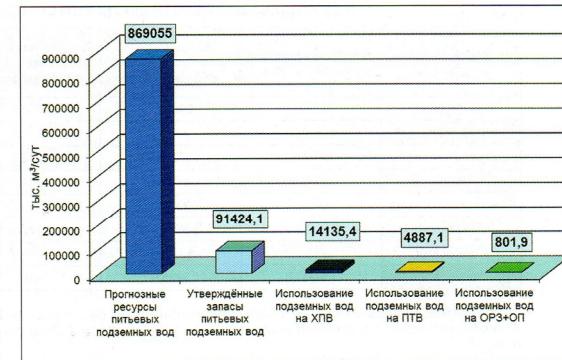


Иллюстрация Альны Четвериковой.

*Соотношение ресурсов и использования пресных подземных вод на территории России: ХПВ — хозяйственно-питьевое водоснабжение, ПТВ — промышленное водоснабжение, ОРЗ+ОП — орошение земель и обводнение пастбищ.*

их использованием справедливо только для крупных территорий — федеральных округов, областей, крупных субъектов федерации и страны в целом.

При этом не учитывается неравномерность распределения ресурсов подземных вод, которая наглядно проявляется при оценке обеспеченности подземными водами отдельных городов.

\* Под прогнозными ресурсами понимается количество подземных вод определённого качества, которое может быть получено в пределах гидрогеологической структуры, бассейнов рек и административно-территориальной единицы. Термин отражает потенциальные возможности использования вод. Понятие используется в практике гидрогеологических и водохозяйственных исследований в основном в России и странах бывшего Советского Союза.

\*\* Чтобы оценить возможности отбора подземных вод для водоснабжения городов и крупных населённых пунктов, проводятся специальные поисково-разведочные работы и расчёты. После завершения таких работ оцениваются запасы подземных вод и составляют гидрогеологические отчёты. Оценённые запасы подземных вод рассматриваются Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых (ГКЗ) и утверждаются (или не утверждаются) для практического использования. Проектирование и сооружение водозаборов для отбора утверждённых запасов подземных вод (в определённом количестве) разрешаются лишь в случае положительного экспертного заключения.

**УТВЕРЖДЁННЫЕ ЗАПАСЫ, ПРОГНОЗНЫЕ РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО ФЕДЕРАЛЬНЫМ ОКРУГАМ\***

Федеральный округ	Прогнозные ресурсы, тыс. м <sup>3</sup> /сут	Утверждённые запасы подземных вод, тыс. м <sup>3</sup> /сут	Добыча подземных вод на месторождениях, тыс. м <sup>3</sup> /сут	Степень разведанности утверждённых запасов подземных вод, %
Центральный	74055,0	27851,1	5351,7	19,2
Северо-Западный	117704,0	4939,1	575,2	11,6
Приволжский	84738,0	17226,2	2412,0	14,0
Южный	16945,0	8735,4	1321,2	15,1
Северо-Кавказский	22904,0	7342,3	656,3	8,9
Уральский	142575,0	5696,2	1292,3	22,7
Сибирский	250902,0	13707,9	1589,0	11,6
Дальневосточный	159232,0	5925,9	600,1	10,1

\* В таблице использованы данные Информационного бюллетеня Федерального агентства по недропользованию о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2013 г. —М., 2014. — Вып. 37.

В России насчитывается 76 крупных городов с населением более 250 000 человек. При этом снабжение населения хозяйствственно-питьевой водой в 26 городах почти полностью основано на использовании подземных вод, в 27 городах — поверхностных вод (на долю подземных вод приходится менее 10%), в остальных городах «питьё» и поверхностные и подземные воды.

*Структура использования пресных подземных вод в России и США: а — в России в 2011 году, б — в США в 2010 году.*



А вот города с населением более 1 млн жителей для хозяйствственно-питьевых нужд используют подземные воды, как правило, незначительно, так как располагающиеся рядом с ними месторождения подземных вод не всегда достаточно велики, чтобы обеспечить водой всё население «миллионников». В мелких же населённых пунктах такой проблемы, как правило, нет. Поэтому в городах с населением менее 100 тыс. человек и в сельских населённых пунктах европейской части России снабжение питьевой водой почти полностью основано на подземных водах.

**И**нтересно сравнить данные по ресурсам пресных подземных вод в России и США. Картина выглядит таким образом: в России из общего количества утверждённых запасов подземных вод 91,4 млн м<sup>3</sup>/сут используется для хозяйствственно-питьевых нужд лишь 14,4 млн м<sup>3</sup>/сут, то есть около 15%, а в США из общего количества подземных вод 2372,6 млн м<sup>3</sup>/сут используется 1322,7 млн м<sup>3</sup>/сут (более 50%). То есть в США степень использования запасов пресных подземных вод для водоснабжения населения примерно в четыре раза выше, чем в России.

Структура использования пресных подземных вод России и США также весьма различна (см. диаграммы). Так, в США их доля в орошении составляет 72,0%, а в России — во много раз меньше.

Вопрос, почему использование подземных вод на орошение столь незначительно в нашей стране (порядка 2% от общего отбора подземных вод), — один из часто обсуждаемых. Объясняется это двумя обстоятельствами. Во-

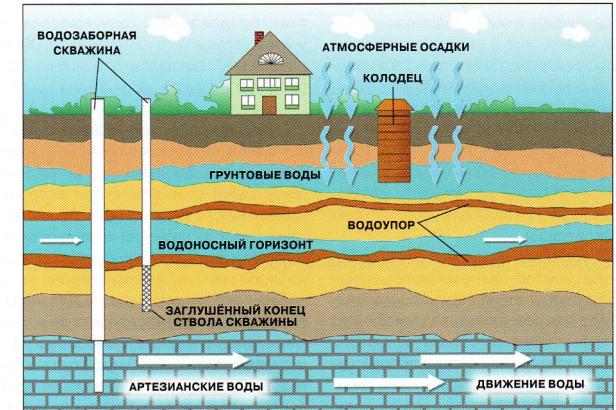
первых, большинство сельскохозяйственных земель в России находится в благоприятных природно-климатических условиях (естественно, за исключением районов распространения многолетней мерзлоты), где не требуется искусственного орошения или имеются значительные ресурсы поверхностных вод. Во-вторых — и это особенно важно подчеркнуть, — в России, как и в бывшем СССР, существует строгое водное законодательство (Водный кодекс Российской Федерации, до 1995 года Водный кодекс РСФСР), согласно которому пресные подземные воды могут и должны использоваться в основном для хозяйствственно-питьевого водоснабжения. И только в тех случаях, когда имеются достаточные ресурсы подземных вод, их можно использовать на иные цели — орошение земель, промышленное водоснабжение и т. д., причём только по специальному разрешению государственных природоохранных органов.

Такое законодательство принципиально правильное. Для целей, не связанных с хозяйственно-питьевым водоснабжением (в частности, для орошения), желательно использовать поверхностьные воды даже в тех случаях, когда это обходится дороже, с тем чтобы сохранять экологически чистые пресные подземные воды для будущих поколений.

Такую позицию в настоящее время разделяют учёные и специалисты многих стран, что поддерживается решениями международных съездов, симпозиумов и конференций по водным ресурсам. В тече Калифорния в 1980—1990-е годы на орошение использовалось 85% отбираемой подземной воды, а в настоящее время — в два раза меньше.

**Д**ругой вопрос, возникающий при обсуждении современного состояния и перспектив использования пресных подземных вод в России: почему столь ничтожно их использование для хозяйствственно-питьевого водоснабжения Москвы?

В результате многолетней и часто необоснованной эксплуатации пресных подземных вод в Москве к концу прошлого века сформировалась обширная депрессионная воронка (понижение уровня подземных вод) площадью порядка 40 тыс. км<sup>2</sup>. В центре воронки понижение уровня подземных вод в 2014 году составило 60—70 м, что привело к истощению питьевых водоносных горизонтов. Вместе с тем водоснабжение средних и крупных городов должно быть основано



*Схема распространения подземных вод. Грунтовые воды — воды первого от поверхности земли постоянно существующего водонапорного горизонта. Артезианские воды — глубокие подземные воды, находятся под гидравлическим давлением (напором). Водонапорный горизонт — пласт однородных или близких по составу и свойствам водопроницаемых горных пород, пустоты (поры, трещины) которых заполнены водой. Водоупор — относительно водонепроницаемый слой горной породы, ограничивающий водонапорный горизонт. Водозаборная скважина — скважина, предназначенная для забора подземных вод.*

не менее чем на двух независимых источниках, один из которых — подземные воды. Причём их минимальная доля в водоснабжении города должна быть достаточной, чтобы обеспечивать бесперебойную подачу питьевой воды населению в случае аварийного загрязнения или разрушения поверхностных водоисточников. Если это требование выполнить невозможно, для городов необходимо создавать резервные источники водоснабжения.

В 1994 году разработана «Генеральная схема объединённой системы водоснабжения Москвы и Московской области с использованием подземных источников». Она включает результаты поисково-оценочных работ, проведённых геологическими организациями Министерства природных ресурсов вблизи Москвы. В ходе этих работ были выявлены четыре участка, запасы подземных вод которых могут использоваться для водоснабжения Москвы. На самом крупном из них, расположенным под Серпуховом вблизи Приокско-Террасного заповедника, силами двух организаций (Гидрогеологической и геоэкологической компаний «ГИДЭК» и акционерного общества «Московский научно-производственный центр геологического исследования и использования недр «Геоцентр-Москва») выполнены опытно-фильтрационные работы — гидродинамические и гидрохимические расчёты, химические и бактериологические анализы воды, агробиоразложение запасов подземных вод на опытном полигоне и др. Их результаты позволили сделать вывод, что выявленные эксплуатационные запасы пресных подземных вод можно использовать для водоснабжения Москвы (в количестве 1,2 млн м<sup>3</sup>/сут). Более того, они могут служить источником резервного водоснабжения Москвы в периоды чрезвычайных ситуаций.

Эти соображения разделяются большинством специалистов, тем не менее проектные работы по сооружению водозаборов подземных вод для резервного водоснабжения Москвы так и не начаты и город остаётся практически единственной из столиц европейских государств, не имеющей резервного источника водоснабжения, что вызывает естественное беспокойство жителей города.

А что же в других крупных городах нашей страны? Обеспечены они запасами подземных вод или нет? Под обеспеченностью городского населения запасами пресных подземных вод понимается отношение разведанных и утверждённых запасов под-

земных вод к потребности в воде для хозяйственно-питьевого водоснабжения того или иного города. Авторы статьи ввели три градации обеспеченности. Надёжно обеспеченные — города, для которых запасы подземных вод превышают потребность в воде более чем в два раза; достаточно обеспеченные — города, где утверждённые запасы подземных вод превышают потребность не более чем в два раза; необеспеченные города. В Институте водных проблем РАН проведены соответствующие расчёты для 16 крупных и средних городов, выбранных эксперты путём из всех федеральных округов России. В них использованы данные о численности населения в 2015 году и о существующих нормах водопотребления в «нормальных» условиях на одного человека (от 220 до 280 л/сут в различных климатических зонах России). Москва (с учётом новых разведанных месторождений), Санкт-Петербург, Астрахань, Ростов-на-Дону, Набережные Челны, Ижевск, Пермь, Екатеринбург, Челябинск, Новосибирск и Омск в 2015 году оказались в категории необеспеченных городов. Города Рязань, Махачкала и Тюмень были достаточно обеспечены, а Красноярск и Хабаровск — надёжно обеспечены. Прогнозные расчёты обеспеченности населения этих городов в 2030 году, выполненные с учётом возможного изменения численности населения\*, показали, что только Тюмень перейдёт в другой разряд — из достаточно обеспеченных в необеспеченные.

Оценки обеспеченности городского населения пресными подземными водами особенно важны в периоды чрезвычайных ситуаций — природных и техногенных катастроф, аварий, наводнений, разрушений трубопроводов, экстремальных загрязнений поверхностных вод, терактов и др., — сопровождающихся выходом из строя системы водоснабжения, основанной на поверхностных водах. Для указанных городов рассчитанная прогнозная водообеспеченность при чрезвычайных ситуациях продолжительностью 10, 30 и 100 суток и нормах водопотребления 31—49,6 л/сут на человека приведена в табл. 2. Оценки показывают,

\* Возможная численность населения определена на основе анализа изменения численности за предыдущие 16 лет (1999—2015 годы), расчёта статистических характеристик (средний абсолютный прирост, средний темп роста и прироста населения) и экстраполяции полученных характеристик на последующий период.

Таблица 2  
ПРОГНОЗНАЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ ГОРОДОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ УТВЕРЖДЁННЫМИ ЗАПАСАМИ ПЬТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПЕРИОД ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ (ЧС)\*

Город	Возможная численность населения, тыс. чел.	Потребность при ЧС, тыс. м <sup>3</sup>			Обеспеченность утверждёнными запасами подземных вод		
		2030 г. 10 суток	30 суток	100 суток	10 суток	30 суток	100 суток
Москва	14612,0	4529,8	13589,4	45298,1	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен
Рязань	528,0	163,5	490,6	1635,3	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен
Санкт-Петербург	5480,0	1698,9	5096,8	16989,2	достаточно обеспечен	достаточно обеспечен	достаточно обеспечен
Астрахань	572,0	230,4	691,2	2304,0	достаточно обеспечен	достаточно обеспечен	достаточно обеспечен
Ростов-на-Дону	1200,0	483,4	1450,3	4834,4	достаточно обеспечен	достаточно обеспечен	достаточно обеспечен
Махачкала	819,0	330,2	990,7	3302,2	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен
Набережные Челны	524,0	259,9	779,6	2598,5	не обеспечен	не обеспечен	не обеспечен
Ижевск	620,0	307,6	922,7	3075,7	не обеспечен	не обеспечен	не обеспечен
Пермь	1031,0	511,5	1534,6	5115,2	не обеспечен	не обеспечен	не обеспечен
Екатеринбург	1550,0	769,0	2307,0	7690,0	не обеспечен	не обеспечен	не обеспечен
Тюмень	858,0	425,8	1277,3	4257,7	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен
Челябинск	1254,0	622,1	1866,2	6220,8	не обеспечен	не обеспечен	не обеспечен
Красноярск	1196,0	593,1	1779,2	5930,7	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен
Новосибирск	1696,0	841,4	2524,2	8414,1	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен
Омск	1173,0	581,9	1745,7	5819,1	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен
Хабаровск	587,0	291,3	873,8	2912,5	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен	надёжно обеспечен

\* Зекцер И. С., Каримова О. А., Четверикова А. В. Ресурсы пресных подземных вод России и их использование в чрезвычайных ситуациях // Водные ресурсы. — 2015. — Т. 42. — № 4. — С. 351—366.

что Рязань, Махачкала, Тюмень, Красноярск, Новосибирск, Омск, Хабаровск в 2030 году в случае чрезвычайных ситуаций будут надёжно обеспечены пресными подземными водами. То же касается и Москвы, но лишь в том случае, если в эксплуатацию включают месторождение подземных вод под Серпуховом. Города Санкт-Петербург, Астрахань, Ростов-на-Дону окажутся в числе достаточно обеспеченных, а Набережные Челны, Ижевск, Пермь, Екатеринбург, Челябинск — в числе необеспеченных.

Конечно, приведённые в табл. 2 оценки ориентировочные. Ведь при расчёте пер-

спективной численности населения в 2030 году не учтены миграционные процессы, и в первую очередь миграция населения в крупные центральные города России. Кроме того, в ряде случаев использованные для оценок сведения об утверждённых запасах питьевых подземных вод для ряда водозаборов уже устарели и требуют ревизии, а часто и переоценки.

Учитывая все преимущества подземных вод перед поверхностными, максимально возможный перевод на них хозяйствственно-питьевого водоснабжения — важнейшая задача.