

**В.А.КИРЮХИН**, д-р геол.-минерал. наук, профессор, [spmi.hgig@mail.ru](mailto:spmi.hgig@mail.ru)  
**Л.П.НОРОВА**, канд. геол.-минерал. наук, доцент, [larisanorova@rambler.ru](mailto:larisanorova@rambler.ru)  
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

**V.A.KIRYUKHIN**, Dr. g.-m. Sci., Professor, [spmi.hgig@mail.ru](mailto:spmi.hgig@mail.ru)  
**L.P.NOROVA**, PhDr. g.-m. Sci., Assistant Professor, [larisanorova@rambler.ru](mailto:larisanorova@rambler.ru)  
Saint-Petersburg State Mining Institute (Technical University)

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Новая ситуация в связи с проведением мониторинга подземных вод на региональном уровне возникла в основном по двум причинам: 1) утверждены новые федеральные законы об охране окружающей среды, обновляются действующие законы о природопользовании; 2) изучение режимообразующих факторов подземных вод (геологических, космических, климатических, биологических, гидрологических и техногенных) показало, что назрела необходимость внесения определенных поправок в систему и содержание мониторинга подземных вод.

**Ключевые слова:** подземные воды, бассейны подземных вод, мониторинг, режимообразующие факторы, источники.

## MODERN PROBLEMS IN REGIONAL MONITORING OF UNDERGROUND WATERS

The new situation with the carrying out of monitoring of underground waters on regional level was mainly caused by two reasons: 1) new regulations on the preservation of the environment were approved; the present water Regulations are being renewed; 2) studying of regime-forming factors of underground waters (geological, cosmic, climatic, biological, hydrological and technogenic) testify to the urgent necessity of introducing certain amendments into the system and maintainance of monitoring of underground waters.

**Key words:** underground waters, basins of underground waters, monitoring, regime-forming factors, sources (springs).

**Введение.** В нашей стране ведется широкий комплекс наблюдений за различными компонентами окружающей среды. Эти наблюдения начались еще в конце XIX в. и охватывали некоторые климатические (осадки, температура), гидрологические (уровни, расходы рек) и гидрогеологические (уровни и расходы скважин) характеристики. В дальнейшем круг изучаемых параметров окружающей среды значительно расширился [5]. Исследования показали, что наибольшему антропогенному воздействию подвержены атмосферный воздух и питьевые воды. Это связано с тем, что 70 % населения нашей

страны проживает в городах и 70 % питьевых вод имеет речное происхождение.

На федеральном уровне наблюдения за природной средой ведутся в различных направлениях. По данным [9], на 01.01.2000 г. в России они охватывали такие компоненты природной среды, как состояние атмосферного воздуха (219 городов), режим поверхностных вод (1734 пункта), почвенный покров (154 хозяйства и 220 точек промышленного загрязнения), кислотность дождей (220 станций), снежный покров (54 пункта), радиационная обстановка (220 пунктов), выпадение аэрозолей (398 мест), изменение

содержания трития и стронция-90 в атмосферных осадках (32 пункта). Кроме того, в нескольких тысячах пунктов ведутся систематические наблюдения за количеством выпадающих атмосферных осадков, давлением, направлением и силой ветра, температурой воздуха и другими погодными показателями. Как видно из перечня изучаемых на федеральном уровне объектов природной среды, подземные воды в качестве самостоятельного компонента в этот список не попали. Вместе с тем многие из перечисленных природных объектов имеют важное значение для оценки условий питания и загрязнения подземных вод.

Задачи мониторинга природной среды формулируются во многих законах федерального уровня. Среди них следует отметить: закон о недрах (1992), закон об охране окружающей среды (2000), закон об охране атмосферного воздуха (2001), водное законодательство (2007), а также лесное, земельное законодательство и другие нормативные акты по охране окружающей среды. Наиболее подробно требования мониторинга природных объектов сформулированы в Водном кодексе РФ [1]. В соответствии со статьей 30 Водного кодекса: «государственный мониторинг водных объектов представляет собой систему наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния водных объектов», он является частью государственного мониторинга окружающей среды и проводится с целью изучения и прогнозирования качества воды, охраны ее от загрязнения и информационного обеспечения природоохранной деятельности. Мониторинг включает регулярные наблюдения за состоянием водных объектов, их ресурсов и защищенности санитарной зоны, внесение результатов наблюдения в государственный водный реестр, решение на их основе прогнозных задач по использованию водных объектов. Проведение мониторинга предусматривает изучение поверхностных вод, состояния берегов и дна водных объектов и подземных вод.

Изучение водных объектов базируется на бассейновом принципе. Согласно статье 28 Водного кодекса РФ, в соответствии с положением водосборов главных речных

систем на территории нашей страны устанавливаются 20 бассейновых округов. Территории бассейновых округов отличаются весьма несопоставимыми режимами подземных и поверхностных вод, поскольку они охватывают как горные, равнинные территории, так и различные ландшафтно-климатические зоны. Вместе с тем из рассмотрения бассейновых округов выпали водосборы таких регионов, как Камчатка и Кавказ. Важно отметить также и то, что при выделении водосборных округов не учитывается структурно-гидрогеологическое районирование нашей страны [3], показывающее размещение основных резервуаров подземных вод.

Таким образом, анализируя сказанное, можно сделать вывод о том, что в водном законодательстве мониторинг подземных вод упомянут, но не имеет самостоятельного значения, а бассейновые округа и гидрогеологические районы практически не совпадают. Основное внимание в водном законодательстве уделяется поверхностному стоку, а подземные воды рассматриваются как составная часть водного баланса территорий. В других законах федерального уровня, в которых рассмотрены вопросы природопользования (о недрах, 1992; экологической экспертизе, 1995; охране окружающей среды, 2000; земельное законодательство, 2007 и др.), об организации проведения мониторинга подземных вод не упоминается вообще.

Основным документом, регламентирующим эти вопросы, является постановление Правительства РФ № 177 от 31 марта 2003 г. «Об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга)». Указанный мониторинг включает несколько подсистем, в том числе мониторинг геологической среды и мониторинг водных объектов. Их обоснование было подготовлено ранее приказом Министерства природных ресурсов РФ № 433 от 22 апреля 2001 г. В соответствии с ним мониторинг геологической среды должен проводиться по следующим направлениям: подземные воды, опасные экологические геологические

процессы, опасные эндогенные геологические процессы, опасные экзогенные геологические процессы, месторождения углеводородов, месторождения твердых полезных ископаемых, участки недр, не связанные с добычей полезных ископаемых, участки недр, испытывающие воздействия хозяйственной деятельности, не связанные с недропользованием, геологическая среда континентального шельфа.

Мониторинг подземных водных объектов производится с целью изучения состояния подземных вод на участках эксплуатируемых месторождений и прогноза изменения этого состояния, учета эксплуатационных запасов подземных вод, их использования, ведения государственного водного кадастра по разделу «Подземные воды». Кроме того, должны быть изучены процессы, негативно влияющие на качество подземных вод, и выработаны меры, предотвращающие такое воздействие.

При проведении государственного мониторинга водных объектов осуществляются регулярные наблюдения за их состоянием, сбор, хранение и обработка результатов этих наблюдений, создание и ведение банков данных, оценка изменения количественных и качественных показателей подземных вод. Вместе с тем следует отметить, что нормативных документов по ведению мониторинга подземных вод на региональном уровне не существует, а имеются лишь методические указания по организации мониторинга на месторождениях подземных вод питьевого назначения.

Нельзя считать благополучным также состояние теоретической и методической базы гидрогеологических исследований мониторинга подземных вод, особенно на региональном уровне. Имеется весьма длительный ряд режимных наблюдений за подземными водами продолжительностью обычно более полувека, а в некоторых местах даже более 100 лет. Количество водопунктов (скважин, колодцев и др.), на которых ведутся режимные наблюдения, составляет в нашей стране несколько тысяч. Они являются основой сети мониторинга на региональном, локальном и местном уровнях.

Во многих регионах нашей страны существуют режимные гидрогеологические станции, которые осуществляют мониторинг водных объектов и обобщают полученные материалы.

Изучение режима подземных вод подразумевает установление их характеристик во времени и пространстве. К таковым относятся, прежде всего, уровень, расход, гидравлический градиент, скорость движения, газовый и химический состав, минерализация, вязкость и температура подземных вод. Особое внимание при этом уделяется комплексным характеристикам, которые позволяют установить режим и ресурсы подземных вод. Это можно сделать, зная коэффициент фильтрации, коэффициент водоотдачи, коэффициент инфильтрации, амплитуду колебаний уровня вод и др. Изучение всех этих данных позволяет установить пространственно-временные закономерности изменения режима подземных вод.

Такая богатая фактологическая основа по режиму подземных вод была обобщена и проанализирована в многочисленных публикациях. Среди них надо отметить работы А.А.Коноплянцева, В.С.Ковалевского, С.М.Семенова, О.В.Попова, Е.М.Альтовского и ряда других ученых. В работе [4] были обоснованы и рассмотрены главные режимобразующие факторы, к которым были отнесены геологические, космические, климатические, биологические, гидрологические и искусственные показатели. Рассмотрим, какие новации возникли в изучении этих факторов, что может сказаться на содержании гидрогеологических исследований, обеспечивающих мониторинг подземных вод регионального уровня.

**Геологические факторы.** Влияние геологических факторов на режим подземных вод весьма разнообразно. Оно зависит от структурно-тектонических условий, уплотнения пород при литогенезе, влияния гравитационного поля, направленности экзогенных (карстовых, оползневых, суффозионных и др.) и эндогенных (вулканических, сейсмических и др.) процессов.

Главным объектом гидрогеологического мониторинга являются пресные воды. Эти

воды залегают в верхней части гидросферы и подвержены воздействию всех режимобразующих факторов. Они обеспечивают питьевое водоснабжение, их поведение и качество свидетельствуют о «здоровье» подземной гидросферы. Важную роль в заложении и формировании современных зон пресных вод оказало четвертичное оледенение. В основании этой зоны возраст подземных вод датируется по радиоуглероду ( $^{14}\text{C}$ ) в пределах 4-28 тыс. лет. Так, например, в Московском артезианском бассейне в нижнекаменноугольных отложениях на глубине 300-400 м этот возраст составляет 8-12 тыс. лет. Примерно такой же возраст устанавливается в линзах пресных вод в неоген-четвертичных отложениях Ясханской, Заунгузской и других структур пустыни Кара-Кум, а также в пресных водах меловых отложений предгорной равнины Сахары. Несколько больше амплитуда колебания возраста пресных подземных вод на п-ве Флорида, где ее диапазон составляет 4-28 тыс. лет.

С послеледниковыми событиями, а также с теплыми и влажными межледниковыми периодами связывают образование мощных зон пресных вод (1500-2000 м) в предгорных областях (Ташкентский и Чу-Сарысуийский артезианские бассейны, предгорье Алтая, север о.Сахалин и др.).

В связи со сказанным, весьма важное значение приобретает изучение структурно-геологических условий, которые контролируют формирование емкостных запасов подземных вод. Наиболее крупные ресурсы подземных вод в складчатых областях формируются во внутрискладчатых карстовых бассейнах, рифтовых и тектонических зонах, артезианских бассейнах межгорного типа, конусах выноса и долинах рек. В равнинных платформенных областях гидрогеологическое значение имеют геологические структуры четвертого порядка. Их размеры – примерно 30-50 км в длину и 10-20 км в ширину. На территории Русской платформы, занимающей площадь до 3 млн км<sup>2</sup>, Д.В.Наливкин [8] выделял до 1000 геологических структур четвертого порядка. Их образование типично для платформ, сложенных осадочными породами (Сибирская, За-

падно-Сибирская, Туранская и др.), где их количество достигает многих сотен. Структурно-геологическая единица четвертого порядка представляет собой малый артезианский бассейн, весьма удобный для водно-балансовых расчетов.

Большое влияние на режим подземных вод оказывают неотектонические движения. В четвертичный период происходили интенсивные воздымания и опускания тектонических блоков. Их подъем приводил к усилению дренированности систем, а опускания – к аккумуляции подземных вод. В скальных породах это способствовало образованию региональной трещиноватости, а в карбонатных – усилению карстовых процессов. Например, на Воронежской антеклизе в голоцене подъем территории составил около 200 м, также активно поднималась в это время Валдайская возвышенность, которая представляет собой останец ледникового рельефа. Условия для воздымания возникли и в других местах Московской синеклизы на Московско-Клинской, Галичской и других возвышенностях. Все указанные поднятия представляют собой области питания подземных вод, в которых происходило увеличение зоны пресных подземных вод и опреснение гидрогеологического разреза. Наоборот, в зонах глубокого опускания равнинных областей, как, например, в Прикаспийской впадине, где в неоген-четвертичное время оно составило 500 м, зона пресных вод сократилась, а зона соленых вод подошла близко к поверхности.

В современную эпоху вертикальные тектонические движения фиксируются во многих регионах мира. На равнинах амплитуда колебаний обычно не превышает несколько миллиметров в год, а в тектонически активных орогенах и в районах с интенсивной вулканической деятельностью она во много раз больше.

**Космические факторы.** Они относятся к числу длительных и ритмически действующих. Их воздействие связано с движением Земли по галактической и гелиоцентрической орбитам под влиянием различных космических тел. Ритмы и циклы режимных изменений подземных вод космогенного

Годы проявления максимального годового стока рек (1) и продолжительность гидрологического цикла в годах (2) для некоторых рек [7]

Река	Пункт	1	2	1	2	1	2	1	2
Волга	Волгоград	1888	28	1916	31	1947	32	1979	30
Амур	Хабаровск	–	–	1915	33	1948	30	1978	30
Рейн	Кельн	1879	31	1910	29	1939	31	1970	31

происхождения могут иметь различную длительность – от первых дней до многих миллионов лет. Наиболее продолжительные циклы связаны с перестройкой тектоносферы. Так, например, циклы Вильсона, которые фиксировали образование и разрушение суперконтинентов, продолжались более 600 млн лет. Циклы Бертрона установили, что складчатость в фанерозойское время продолжалась примерно 200 млн лет. Циклы Штиле, которые контролировали фазы орогенеза во время складчатости, длились 20 млн лет. Четкие временные закономерности имеют такие процессы, как проявление оледенений, вулканизма, трансгрессий и регрессий моря, гумидности и аридности климата и др.

Наблюдаемые в последние 200 лет 11-летние циклы солнечной активности сопровождаются соответствующей реакцией растительного покрова, изменениями активности испарительных процессов и количества выпадающих осадков. Ритмы гелиопульсаций имеют различную продолжительность – от сотен минут до многих сотен лет. Воздействие этих циклов проявилось в возникновении различных колебаний режима подземных вод. Интересно отметить, что гидродинамические и гидрогеохимические последствия наблюдались во время солнечных затмений, причем не только в верхних горизонтах, но и в глубоко залегающих подземных слоях.

Весьма большое влияние на жизнь нашей планеты оказывает наша соседка Луна. Она контролирует не только приливно-отливные процессы на морских побережьях, но и периодичность возникновения землетрясений. В течение фанерозоя Луна несколько раз то приближалась, то удалялась от Земли на значительные расстояния. Это

нашло соответствующее отражение в эндогенных процессах, происходивших на нашей планете.

Кроме рассмотренных выше систем Земля – Солнце, Земля – Луна у нашей планеты сложились определенные отношения и с другими небесными телами. Так, по мнению Е.Леонова [7], на водный баланс Земли своими мощными электромагнитными полями оказывают влияние Юпитер и Сатурн. Периодичность такого воздействия оценивается в 28-32 года. Она связана с расположением этих планет относительно Земли в пределах Солнечной системы. Первые 15 лет цикла приходятся на снижение водности рек, а следующие 15 лет – на ее повышение (табл.1).

**Климатические факторы.** Их роль особенно велика в водном и тепловом балансе в верхних водоносных горизонтах. Неустойчивость климата, которая наблюдается в последние годы, приводит к контрастным перепадам температуры воздуха, количества выпадающих осадков, испарений и других показателей водного баланса.

Общее потепление климата сказывается на усилении циклонической деятельности и увеличении количества атмосферных осадков и влажности воздуха в гумидных районах и, наоборот, усилении засушливости и увеличении зон опустынивания в других районах. В XX в. в европейской части России увеличилось количество атмосферных осадков на 6 мм в год, изменилось и внутригодовое распределение осадков. Так, например, в бассейне р.Волги количество осадков по сравнению со среднемноголетней нормой в апреле-октябре увеличилось на 2,5 %, а в ноябре-марте уменьшилось на 4 %. На востоке страны наблюдается обратная картина,

Усредненные данные о химическом составе подземных вод зон свободного водообмена для типичных ландшафтов России (по [11] с дополнениями)

Типичные ландшафты	Гидрогеологические структуры	Типовая формула химического состава подземных вод
Зона развития многолетней мерзлоты	Артезианские бассейны платформенного типа	$M0,18 \frac{NiHCO_3 80 Cl 12 SO_4 7,5}{Ca 44 Mg 42 Na 14} pH 6,9 SiO_2 9,2 Fe 0,38 Al 0,29 \text{ i\ddot{a}/\text{e}}$
Районы гумидного климата		$M0,35 \frac{HCO_3 77 Cl 13 SO_4 10}{Ca 44 Mg 33 Na 23} pH 6,82 SiO_2 13,3 F 0,26 Fe 0,7 Al 0,16 \text{ i\ddot{a}/\text{e}}$
Районы аридного климата		$M1,86 \frac{Cl 36,5 SO_4 35,5 HCO_3 28}{Na 60 Mg 20 Ca 19,5} pH 7,58 SiO_2 27,0 F 0,7 Fe 0,9 Al 0,5 \text{ i\ddot{a}/\text{e}}$
Районы горных сооружений	Гидрогеологические массивы	$M0,29 \frac{HCO_3 77,7 SO_4 12 Cl 10}{Ca 52,2 Mg 23 Na 14,2} pH 7,25 SiO_2 15,2 Fe 0,4 Al 0,2 \text{ i\ddot{a}/\text{e}}$

когда за 100 лет наблюдений общее количество годовых осадков сократилось на 12 мм [9]. Общие процессы потепления сказываются и на криосфере Земли – сокращается количество льда в Антарктиде, Гренландии и высокогорных областях, уменьшается мощность снежно-ледового покрова и во многих районах наблюдается деградация многолетней мерзлоты.

Следует отметить, что наблюдаются изменения не только в общей направленности климатических процессов, но и в их цикличности. Продолжительность водных циклов (климатического, гидрологического, гидрогеологического) стала зависеть от флуктуаций атмосферного влагопереноса. По этой причине во многих регионах нашей страны в отдельные годы модуль подземного стока изменялся на несколько десятых долей литра в секунду с квадратного километра площади. Все это соответствующим образом отражается на общих ресурсах подземных вод и производительности действующих водозаборов.

Л.С.Язвин [13] оценил среднее значение модуля эксплуатационных ресурсов подземных вод в нашей стране в 0,74 л/с на 1 км<sup>2</sup> площади. Его значение в зависимости от ландшафтно-климатических и структурно-геологических условий колеблется в пределах от сотых долей литра до нескольких литров в секунду с квадратного километра площади.

Атмосферный тепловлагоперенос определяет особенности гидрогеохимической зональности, наблюдаемые в верхней части гидрогеологического разреза. В ней обычно преобладают пресные воды, в анионной части которых ведущее место занимают гидрокарбонаты, а в катионной – кальций и магний. В северных районах отмечается повышенная кислотность вод, в центральной части величина рН близка к нейтральной, в южных районах страны минерализация пресных вод возрастает до 0,8 г/л. Воды становятся щелочными, в анионной части, наряду с гидрокарбонатами, заметное место стали занимать сульфаты и хлориды, а среди катионов большое распространение получил натрий (табл.2).

В табл.2 показаны средние значения содержания химических компонентов в зоне свободного водообмена. По данным режимных наблюдений, в разные сезоны они могут заметно изменяться как в сторону роста, так и уменьшения, по сравнению со средне-многолетней нормой (10-50 % и более).

**Биогенные факторы.** Их участие проявляется в почвообразовательных процессах, выветривании пород, преобразовании химического состава подземных вод, поглощении воды живыми организмами и трансформации ее структуры и свойств в процессе жизнедеятельности. В биотическом круговороте веществ участвуют три

группы организмов. Первые из них представлены продуцентами. Ее образуют зеленые растения, которые участвуют в фотосинтезе. Кроме того, в эту группу входят микроорганизмы, обеспечивающие хемосинтез. Они создают первичное органическое вещество. Вторая группа организмов – консументы. Ее образуют травоядные и хищники, которые перерабатывают органическое вещество и создают огромное его разнообразие. Третья группа организмов – редуценты. Они разлагают мертвое органическое вещество и доводят его до минерального состояния. Изменение органического вещества сопровождается не менее мощными процессами потребления и преобразования воды (структурными, фазовыми, химическими и др.). В биологическом круговороте участвуют все биофильные элементы: кислород, водород, углерод, азот, фосфор, сера и др. В биосфере вода составляет не менее 75 % массы живого вещества, а на суше масса зеленой растительности –  $10^{19}$ - $10^{20}$  г. В течение жизни организма через его тело проходит количество воды в сотни и тысячи раз превышающее его собственную массу. Это означает, что биосфера перерабатывает объемы воды, равные таковому в Мировом океане, всего за несколько сотен лет, а пресные воды на нашей планете в той или иной степени прошли биологическую обработку. Как сказал профессор Дюбуа: «Жизнь – это одушевленная вода».

Растительный покров особенно активно использует подземные воды. Его корневая система может проникать на глубину нескольких десятков метров и извлекать для своего водного питания подземные воды. Режим водного питания зависит от фаз развития растительных организмов. Важно отметить, что последние не только берут воду, но и извлекают из нее необходимые для своего роста химические компоненты. Причем этот отбор как для макро-, так и для микрокомпонентов имеет избирательный характер.

**Гидрологические факторы.** Они действуют на контакте наземной и подземной гидросфер. Реки, водохранилища, озера, моря обычно непосредственно связаны с под-

земными водами и взаимно влияют на режим друг друга.

В связи со сказанным, интересно рассмотреть закономерности распределения речного стока на различных континентах. По данным [2], его значение следующее, мм/год: на Европейском континенте 241; Азия – 244; Африка – 126; Северная Америка – 313; Южная Америка – 658; Австралия – 37. Указанные значения свидетельствуют об интенсивности атмосферного питания континентов и степени дренированности этих территорий. Реки обычно получают подземное питание в течение всего года. Оно становится практически единственным поставщиком воды в речные водотоки в межливневый период. Водное питание водоносных горизонтов со стороны рек происходит при образовании зоны подпора во время паводков и наводнений, при работе береговых водозаборов, а также на участках «подвешенных» русел рек, которые часто наблюдаются в аридных областях.

Как следует из сказанного, гидрологический режим подземных вод наблюдается на ограниченной территории и в специфической обстановке. Но можно привести примеры исключительной роли гидрологического режима. Например, Каракумский канал, идущий вдоль Копет-Дага, вызвал засоление и опреснение подземных вод на прилегающих к нему территориях. За полвека эксплуатации канала на эти земли поступили сотни кубометров воды и миллионы тонн солей.

Реки ежегодно выносят в моря и озера  $2,5 \cdot 10^9$  т солей и  $6,0 \cdot 10^6$  т веществ во взвешенном состоянии. Эти данные свидетельствуют о важной роли речных систем в транспортировке вещества и денудации территории суши. Поскольку водное и химическое питание рек в значительной степени происходит за счет подземных вод, изучение режима поверхностных водотоков дает весьма важную информацию о подземном стоке и гидрогеохимических процессах, происходящих на водосборах рек.

С.Л.Шварцев [11] показал, что в химическом стоке большинства регионов России доминирующая роль принадлежит биоген-

ной составляющей. Особенно явно это преобладание наблюдается в зонах смешанного леса, южной тайги и лесостепи. Влияние атмосферной составляющей наблюдается, прежде всего, в регионах с большим количеством атмосферных осадков и интенсивным испарением. В гумидных областях доля атмосферной составляющей равна 15-30 %, а в аридных достигает 47 % и более. Значение литогенной составляющей зависит от модуля стока, минерализации воды, pH и др.

**Техногенные факторы.** Воздействие этих факторов на гидрогеологическую обстановку с каждым годом становится все более обширным и глубоким и сказывается на уменьшении ресурсов и загрязнении пресных подземных вод, а последние, как известно, являются главным резервом питьевого водоснабжения. Обеспеченность водными ресурсами в большинстве регионов России вполне благоприятна. Общие запасы пресных подземных вод страны оцениваются в 350 км<sup>3</sup> в год, из них для водоснабжения отбирается примерно 8 %. Для этой цели разведано более 4000 месторождений подземных вод, освоена из них примерно половина, отбор вод хозяйственно-питьевого назначения превышает 35 млн м<sup>3</sup> в сутки.

Интенсивная эксплуатация подземных вод приводит к понижению их уровня на 50-120 м ниже статического (в Подмосковье), что может вызывать подтягивание вод из соседних водозаборов и нижележащих водоносных горизонтов. Ряд регионов в нашей стране остаются плохо обеспеченными пресными подземными водами. К ним относятся Дагестан, Калмыкия, Астраханская область, Татария и др. В этих регионах питьевое водоснабжение обеспечивается за счет поверхностных вод, которые, кстати, в питьевом бюджете страны составляют 85 %. Отметим, что доля подземной составляющей в этом бюджете постепенно и постоянно возрастает.

Загрязнение пресных подземных вод делает их некондиционными и значительно сокращает ресурсы, пригодные для использования. Некондиционные пресные воды распространены широко и имеют разномб-

разный состав и генезис. Естественное загрязнение, связанное с участием ландшафтно-климатических факторов, проявляется зонально. Главные контаминанты при этом – железо, марганец, органическое вещество. Превышение в пресных водах ПДК таких компонентов, как стронций, фтор, мышьяк, ртуть, селен, обусловлено обычно геохимической обстановкой.

Техногенное загрязнение подземных вод может иметь как региональный, так и локальный характер. Наиболее обширные области загрязнения подземных вод наблюдаются при переносе аэрозольных контаминантов атмосферными осадками, хранении и использовании нефтепродуктов, в результате испытания ядерного оружия и аварий на атомных электростанциях, на территориях мегаполисов и в районах активной сельскохозяйственной деятельности, при крупном карьерном строительстве и глубоком осушении водоносных систем [6, 10, 12].

Следует отметить, что на многих площадях наблюдаются необратимые изменения химического состава пресных подземных вод. Постоянно появляются новые загрязнители, поэтому список нормируемых соединений и компонентов техногенного происхождения в каждом новом СанПИНе постоянно увеличивается.

Кроме того, повысилась чувствительность химических анализов воды. Если ранее в пресных водах определялось 10-15 компонентов, то теперь 70-80. При этом многие из них ранее вообще не определялись. Санитарно-гигиеническое значение присутствия некоторых из них в питьевых водах предстоит еще узнать.

**Заключение.** Режимные наблюдения за подземными водами ведутся во многих регионах России 50 лет и более. За это время сложился определенный порядок и регламент их проведения. В настоящее время они требуют определенного уточнения и совершенствования в связи с появлением водного и других законодательств, установлением 20 округов стока и новыми идеями, положениями и достижениями современной гидрогеологии.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Водный кодекс Российской Федерации. Вступил в действие 1 января 2007 г. М.: Изд-во «Экзамен», 2007. 64 с.
2. *Догановский А.М.* Гидросфера Земли / А.М.Догановский, В.Н.Малинин; Под ред. д-ра физ.-мат наук Л.Н.Карлина. СПб: Гидрометеоздат, 2004. 630 с.
3. *Кiryukhin V.A.* Региональная гидрогеология: Учебник / Санкт-Петерб. гос. горный ин-т. СПб, 2005. 344 с.
4. *Коноплянцев А.А.* Естественный режим подземных вод и его закономерности / А.А.Коноплянцев, В.М.Ковалевский, С.М.Семенов. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 231 с.
5. *Королев В.А.* Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем: Учебное пособие / Под ред. В.Т.Трофимова. М.: Кн. дом Ун-та, 2007. 316 с.
6. *Крайнов С.Р.* Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты / С.Р.Крайнов, Б.Н.Рыженко, В.М.Швец; Отв. ред. акад. Н.П.Лаверов. М.: Наука, 2004. 677 с.
7. *Леонов Е.* Водные ресурсы и прогноз годового стока // Проблемы водных ресурсов, геотермии и геоэкологии: Материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. Г.В.Богомолова / ИГиГ НАН Беларуси. Минск, 2005. С.142-144.
8. *Наливкин Д.В.* Краткие очерки геологии СССР. Л.: Недра, 1980. 158 с.
9. Состояние и комплексный мониторинг природной среды и климата (пределы изменений) / Под ред. Ю.А.Израэля. М.: Гидрометеоздат, 2001. 242 с.
10. *Тютюнова Ф.И.* Гидрогеохимия техногенеза. М.: Наука, 1987. 335 с.
11. *Шварцев С.Л.* Геохимия зоны гипергенеза. М.: Недра, 1998. 366 с.
12. Экогеология России. Т.1. Европейская часть / Под ред. Г.С.Вартаняна. М.: ЗАО Геоинформмарк, 2000, 300 с.
13. *Язвин Л.С.* Оценка прогнозных ресурсов питьевых подземных вод и обеспеченность населения России подземными водами хозяйственно-питьевого назначения // Разведка и охрана недр. 2003. № 10. С.13-19.

## REFERENCES

1. Water Code of Russian Federation. Entered in force on 1 January 2007. M.: Publ. Examen, 2007. 64 p.
2. *Doganovsky A.M.* Hydrosphere of the Earth / A.M.Doganovsky, V.N.Malinin // Edited by Dr. phys.-mat. Sci. L.N.Karlin. Saint Petersburg: Hydrometeoizdat, 2004. 630 p.
3. *Kiryukhin V.A.* Regional hydrogeology: Text-book / State Min. Inst. Saint Petersburg, 2005. 344 p.
4. *Konopliantsev A.A.* Natural flow of underground water and its regularities / A.A.Konopliantsev, V.M.Kovalevsky, S.M.Semenov. M.: Gosgeoltechizdat, 1963. 231 p.
5. *Korolev V.A.* Monitoring of geological, lithotechnical and ecologo-geological systems: Training manual / Edited by V.T.Trofimov. M.: Book house Univers. 2007. 316 p.
6. *Krainov S.P.* Geochemistry of underground water. Theoretical, applied and ecological aspects / S.P.Krainov, B.N.Ryzhenko, V.M.Shvets; Executive editor, Academician N.P.Laverov. M.: Nauka, 2004. 677 p.
7. *Leonov E.* Water resources and prediction of annual drainage // Problems of water resources, geothermy and geocology: Materials of Int. Conf. in honour of 100-anniversary of birthday of Acad. G.V.Bogomolov / IG-G NAS Belarus, Minsk, 2005, pp.142-144.
8. *Nalivkin D.V.* Brief outlines of geology of USSR. L.: Nedra, 1980. 158 p.
9. Condition and complex monitoring of natural medium and climate (limits of changes) / Edited by Yu.A.Izrael. M.: Hydrometeoizdat, 2001. 242 p.
10. *Tutunova F.I.* Hydrogeochemistry of technogenesis. M.: Nauka, 1987. 335 p.
11. *Shvartsev S.L.* Geochemistry of the hypergenesis zone. M.: Nedra, 1998. 366 p.
12. Ecogeology of Russia. Vol.1. European part / Edited by G.S.Vartanian. M.: ZAO Geoinformmark, 2000. 300 p.
13. *Yazvin L.S.* Assessment of forecasting resources of potable groundwater and ensurance of population of Russia with underground water for domestic and drink purposes // Prospecting and conservation of resources. 2003. № 10, pp.13-19.