

## References

1. **Ali M.S., Beglyarov D.S., Chebaevskiy V.F.** Pumps and pumping stations: Textbook. – Moscow: RSAU-MAA, P., 2015. – p. 330.
2. **Beglyarov D.S.** Increase of reliability and efficiency of closed irrigation systems. – M: MSUE P, 1996. – p. 140.
3. **Vishnevsky K.P.** Transients in Pressure Water Supply Systems. – M: Agropromizdat, 1986. – p. 135.
4. **Shterenlicht D.V.** Hydraulics. Textbook for High Schools, 3rd ed. revised and supplemented. – M.: Kolos, 2004 – p. 656.
5. **Kartvelishvili L.N.** Hydraulic shock: ways of theory development and calculation principles. – M.: CJCC MAINE, 2001. – p. 32.
6. **Alyshev V.M., Mass E.I.** Recommendations for calculating the unidentified movement of multiphase liquid in pressure systems. – M.: TSNIIS MTS USSR, 1984. – p. 104.
7. **Moshnin L.F., Teterkin A.A., Berezhnoy V.N.** Transitional processes in water supply systems / Water supply and sanitary equipment. – 1983. – No. 4.
8. **Vishnevsky K.P.** Calculation of non-stationary processes of water movement in pressure pipelines taking into account air insoluble in water / Investigation of hydraulic structures: Sat. scientific papers / Moscow: Hydrolyorrational, 1982. – p. 52-57.

9. **Glinkman B.F.** Mathematical models of pneumohydraulic systems. – M.: Science, 1986. – p. 367.

10. **Karambirov S.N.** New approaches in modeling and optimization of pipeline systems. Fundamentals, concepts, methods. – LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – p. 355.

The material was received at the editorial office  
08.09.2020

## Information about the authors

**Ali Munzer Suleiman**, Candidate of technical sciences, associate professor of the department of agricultural water supply, drainage, pumps and pumping stations; FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazeva, 49; e-mail: munzer@yandex.ru

**Beglyarov David Surenovich**, doctor of technical sciences, professor of the department of agricultural water supply, drainage, pumps and pumping stations; FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazeva, 49; e-mail: db4171@mail.ru

**Nazarkin Eduard Evgenevich**, graduate student of the department of agricultural water supply, drainage, pumps and pumping stations; FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazeva; 49; e-mail: ednazarkin@mail.ru

УДК 502/504:556.3:626/627

DOI 10.26897/1997-6011/2020-4-128-136

**Н.П. КАРПЕНКО, И.М. ЛОМАКИН**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

## ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

*Цель работы – изучение и оценка состояния подземных вод Московского региона, используемых для питьевого водоснабжения, и разработка мероприятий по улучшению качественных показателей подземных вод. Проведен анализ состояния основных водоносных эксплуатируемых водоносных горизонтов и их динамики и выявлены основные закономерности формирования гидрогеологического режима эксплуатируемых горизонтов Московского региона. Рассмотрены основные факторы, влияющие на химический состав подземных вод. Разработаны и предложены современные подходы для решения проблемы сохранения качества подземных вод питьевого водоснабжения. Для обеспечения качества подземных вод водозаборов Московского региона были разработаны рекомендации по сохранению качества подземных вод и предложен необходимый комплекс природоохранных мероприятий, направленных на минимизацию ухудшения качества питьевых вод. Своевременное выявление возможных источников ухудшения качества подземных вод и применение инновационных технологий по очистке подземных вод от загрязнения позволят предотвратить рискованные ситуации в проблеме*

*оценки качества подземных вод, используемых на хозяйственно-питьевые нужды населения. Реализация предложенных мероприятий позволит улучшить экологические условия подземных водных ресурсов в пределах Московского региона.*

*Подземные воды, качество питьевой воды, водоснабжение, приоритетные показатели качества подземных вод, природоохранные мероприятия, инновационные технологии.*

**Введение.** В настоящее время, в условиях высоких темпов развития производительных сил и интенсивного потребления ресурсов как поверхностных, так и подземных вод, вопросы их рациональной эксплуатации, охраны от истощения и загрязнения, а также борьбы с безвозвратными потерями имеют большое значение. Степень использования подземных вод для хозяйственно-питьевого применения быстро и неуклонно повышается. В нашей стране в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения подземные воды составляют уже 70%, и в перспективе их использование будет возрастать. Подземные воды с минерализацией до 1,0 г/л и по согласованию с санитарными органами до 1,5 г/л используют в хозяйственно-питьевом водоснабжении, однако при смешении с поверхностными водами и при разбавлении маломинерализованными водами могут использоваться подземные воды с минерализацией от 1,0 до 8,0 г/л.

Несмотря на малую минерализацию и кажущуюся простоту химического состава, подземные воды хозяйственно-питьевого назначения представляют собой достаточно сложные многокомпонентные гидрогеохимические системы. Отмечено, что численность населения не только больших городов и мегаполисов, но и населенных пунктов является одним из приоритетных критериев высокой антропогенной нагрузки на окружающую среду, в том числе на поверхностные и подземные водные системы, которые обеспечивают водоснабжение территорий. При этом, несмотря на высокую обеспеченность водными ресурсами России, проблема качества подземных вод для питьевых целей в крупных городах и мегаполисах занимает одно из ведущих мест в общей системе экологических проблем. Более того, в санитарных нормах и правилах России допускается содержание свинца и аммония в 3...10 раз больше, чем представлено в стандартах ВОЗ. Поэтому проблема сохранения и улучшения качества подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, является актуальной и доминирующей в общей оценке качества водных ресурсов.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что разработанный комплекс природоохранных мероприятий позволит снизить антропогенную нагрузку на водные ресурсы и улучшить качественные показатели подземных вод, используемых в хозяйственно-питьевых целях. Для достижения поставленной проблемы по сохранению качества воды, используемой для питьевого водоснабжения, необходимо решить ряд основных задач: оценить современное состояние подземных вод на территории крупного мегаполиса г. Москвы, которые используются в питьевых целях; выявить основные закономерности формирования гидрогеологического режима основных эксплуатируемых водоносных горизонтов Московского региона; разработать и предложить комплекс мероприятий по улучшению качества подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

#### **Материал и методы исследований.**

Объектом исследования являются подземные водные ресурсы, которые используются для питьевого водоснабжения. В качестве исходной информации были использованы данные Регионального центра государственного мониторинга состояния недр (РЦ ГМСН по Центральному федеральному округу), доклады «О состоянии окружающей среды Российской Федерации» за различные годы наблюдений, публикации ведущих ученых России, материалы собственных исследований [1-6].

Основные методы исследований заключаются в использовании теоретических, научных и методологических положений при изучении закономерностей формирования гидрогеологических условий при оценке качества подземных вод Московского региона, а также перспективные разработки научно-исследовательских работ ученых в различных областях знаний: охраны водных ресурсов, технологий и технических средств очистки воды и т.д. Основным документом, регламентирующим качество подземных вод хозяйственно-питьевого назначения и определяющим их пригодность к использованию, являются санитарно-эпидемиологические правила и нормативы

«Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.1074-01» (с изменениями и дополнениями) [7].

Кроме приоритетных макрокомпонентов химического состава подземных вод ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ), эти нормы содержат и большое число микрокомпонентов (Al, Ba, Be, B, Fe, Cd, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Hg, Pb, Se, Sr, F, Cr, Z, органические вещества).

Московский регион, в состав которого входят крупный мегаполис г. Москва, а также прилегающие к нему крупные города и населенные пункты, располагается в пределах Московского артезианского бассейна со сложными природными физико-географическими и геолого-структурными условиями территории, различной степенью защищенности водоносных горизонтов, гидродинамической нагрузкой и интенсивностью водообменных процессов.

Следует отметить, что Московский артезианский бассейн – это открытая артезианская структура, для которой характерно густое и глубокое расчленение рельефа, а также наличие в осадочном чехле гидравлических окон и трещиноватых зон. Эти факторы способствуют интенсивной инфильтрации атмосферных осадков в глубоко залегающие слои, определяют характер взаимосвязи подземных и поверхностных вод, условия питания, транзита и разгрузки, формирование состава и ресурсов подземных вод водоносных горизонтов и комплексов. Под воздействием благоприятных гидрогеологических условий к зоне активного водообмена, включающей в себя основные продуктивные горизонты и комплексы карбона, приурочены подземные воды хорошего природного качества. Доля подземных вод в водоснабжении Москвы составляет всего 1,5%. В пределах мегаполиса осуществляются добыча подземных вод в основном для производственно-технического водоснабжения и кондиционирования отдельных предприятий, а также шахтный и дренажный водоотлив при эксплуатации метрополитена и строительстве инженерных сооружений.

В настоящее время водоснабжение Московского региона практически полностью базируется на использовании подземных вод. Доля подземных вод составляет в среднем 90% от суммарного водопотребления. Для целей водоснабжения используются

в основном воды каменноугольных отложений. Основные водоносные горизонты Московской области приурочены к отложениям каменноугольного возраста, которые представлены преимущественно трещиноватыми известняками и доломитами, переслаивающимися с мергелями и глинами. За счет этого образуется ряд относительно разобщенных водоносных горизонтов.

Центральное водоснабжение Московского региона и прилегающих к нему крупных городов и населенных пунктов в основном обеспечивается подземными водами каменноугольных отложений включая ряд водоносных горизонтов: касимовский ( $C_{3k}$ ), клязьминский ( $C_{2g}-P_{1a}$ ), каширский ( $C_{2ks}$ ), подольско-мячковский ( $C_{2pd-mc}$ ) и алексинско-протвинский ( $C_{1al-pr}$ ). Схема геолого-гидрогеологического строения центральной части Московского региона с выделением основных водоносных горизонтов приведена на рисунке 1.

Интенсивный водоотбор подземных вод этих отложений, максимальные значения которого в 80-е гг. прошлого столетия достигали более 4 млн  $\text{м}^3/\text{сут.}$ , привел к формированию региональной Московской депрессии уровней, захватывающей большую часть территории г. Москвы и Московской области (рис. 2).

В пределах различных эксплуатируемых водоносных горизонтов и комплексов депрессионная воронка имеет различные границы в зависимости от интенсивности эксплуатации как самого горизонта, так и нижележащих, а особенно вышележащих горизонтов. Устанавливается общая тенденция расширения площади депрессии от верхних горизонтов к нижним (максимальные размеры воронки – в алексинско-протвинском водоносном комплексе). При эксплуатации водоносных горизонтов существовавшие ранее области безнапорного режима естественного происхождения значительно расширились и появились новые, связанные только с интенсивным водоотбором. Особенно наглядно это проявляется в подольско-мячковском водоносном горизонте, испытывающем наибольшую техногенную нагрузку: зоны безнапорной фильтрации фиксируются практически по всей площади эксплуатации горизонта (Красногорский, Одинцовский, Наро-Фоминский, Ленинский, Подольский, Домодедовский, Чеховский, Люберецкий, Раменский, Воскресенский и др.).



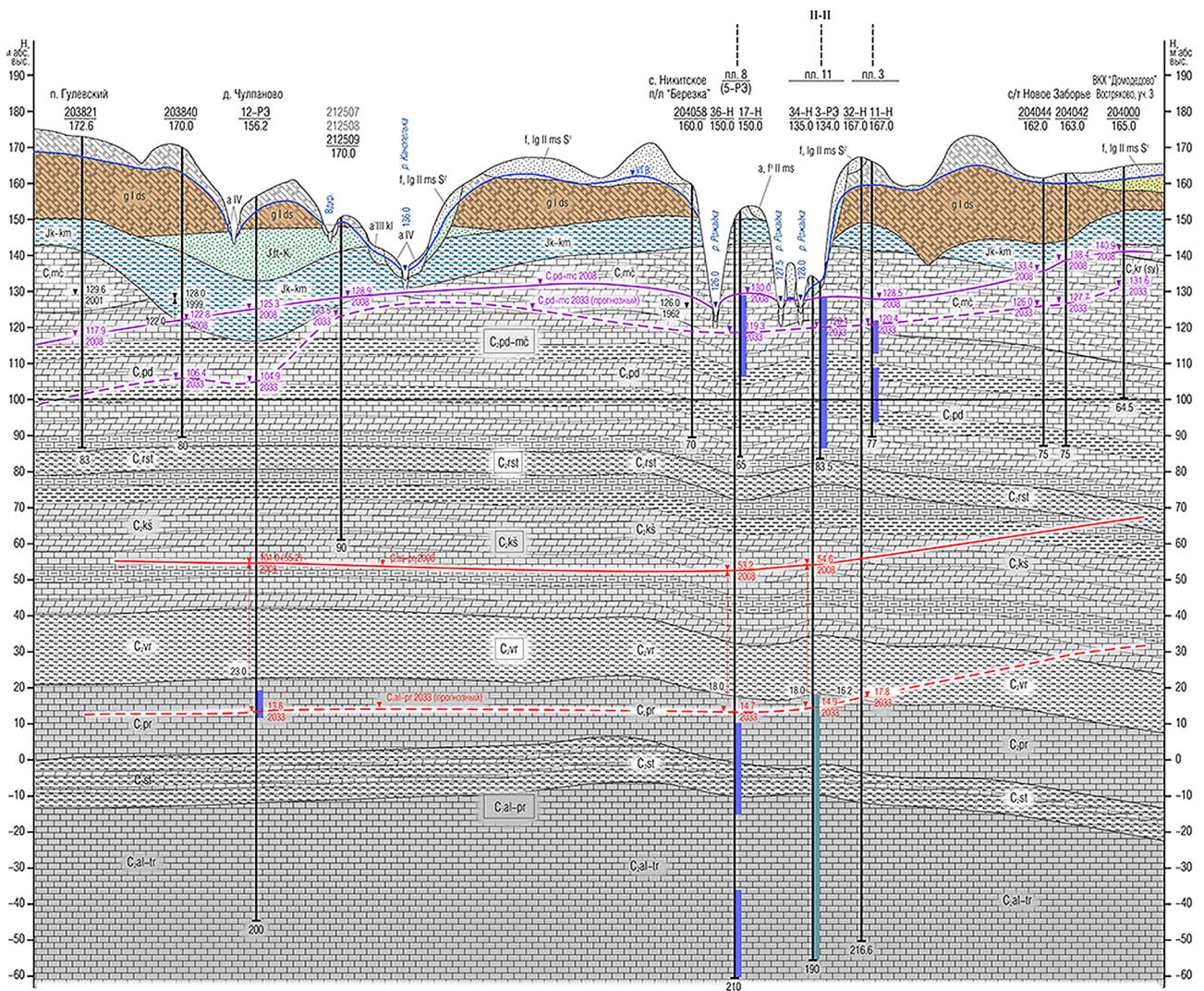


Рис. 1. Схема геолого-гидрогеологического строения центральной части Московского региона

Сформированная депрессионная воронка в пределах клязьминского водоносного горизонта имеет площадь около 14,5 тыс.км<sup>2</sup> и распространена на северо-западе Московской и востоке Владимирской областей. Максимальная глубина воронки зафиксирована в Сергиево-Посадском районе (г. Сергиев Посад) – 50...70 м, локальная воронка с глубиной более 20 м сформировалась в районе г. Ногинска. В целом по площади понижения уровни составляют 10-30 м. В пределах касимовского водоносного комплекса депрессионная воронка занимает практически всю область его распространения в Московском регионе, за исключением отдельных частей периферийных районов. Площадь воронки достигает 19,0 тыс.км<sup>2</sup>. Максимальная глубина воронки зафиксирована в Солнечногорском, Пушкинском и Сергиево-Посадском районах – 50...70 м. В целом по площади понижения уровней подземных вод составили 10...40 м. Для подольско-мячковского

водоносного горизонта депрессионная воронка занимает большую часть Московской области, ее размеры составляют порядка 24,0 тыс.км<sup>2</sup>. Локальные депрессионные воронки сформировались в районе городов Чехова, Ступино, Каширы, Коломны, Луховиц. Максимальные значения понижений уровня подземных вод (50...80 м) зафиксированы в Химкинском, Солнечногорском, Мытищинском, Пушкинском, Щелковском, Балашихинском районах. В целом по площади понижения составляют 10...50 м (рис. 3).

Каширский водоносный комплекс образует депрессионную воронку площадью порядка 30 тыс.км<sup>2</sup>. Максимальные понижения уровней подземных вод (60...80 м) зафиксированы в Химкинском, Солнечногорском, Мытищинском, Пушкинском, Щелковском и Балашихинском районах. В целом по площади понижения составляют 10...50 м. В настоящее время их положение определяется современной динамикой водоотбора (рис. 4).

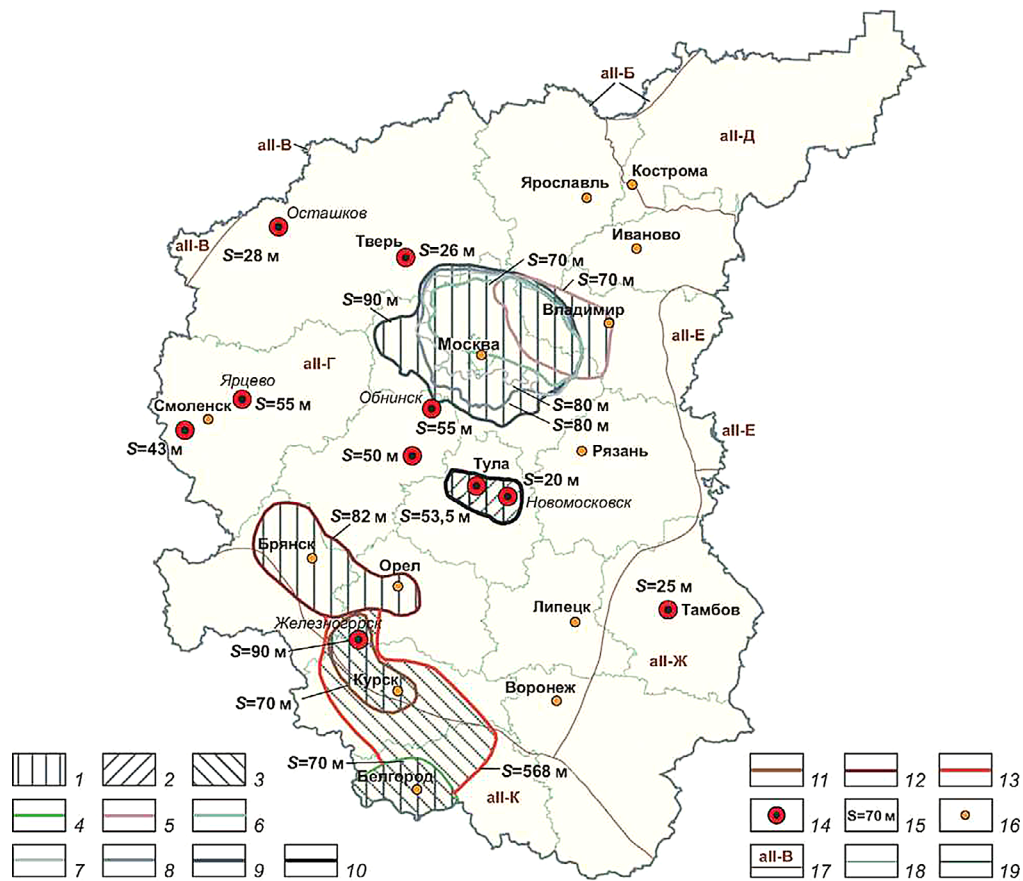


Рис. 2. Области интенсивно нарушенного состояния подземных вод на территории Центрального федерального округа [2]:

- 1 – области интенсивной добычи подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения (ХПВ) и производственно-технического водоснабжения (ПТВ);
  - 2 – области нарушенного состояния подземных вод вследствие извлечения дренажных и шахтных вод на месторождениях каменного и бурого угля;
  - 3 – области интенсивного извлечения дренажных и шахтных вод на железорудных месторождениях КМА.
- Региональные депрессии в водоносном комплексе: 4 – апт-сеноманском ( $K_{1al-s}$ ); 5 – клязьминском ( $C_{3g-P_1a}$ ); 6 – касимовском ( $C_3k$ ); 7 – каширском ( $C_2ks$ ); 8 – подольско-мячковском ( $C_{2pd-mc}$ ); 9 – алексинско-протвинском ( $C_{1al-pr}$ ); 10 – упинском ( $C_{1up}$ ); 11 – девонско-юрском ( $D-J$ ); 12 – верхнедевонском ( $D_3$ ); 13 – архей-протерозойском ( $AR-PR$ ); 14 – крупные локальные депрессионные воронки;
  - 15 – максимальное понижение уровня подземных вод в 2012 г.;
  - 16 – центр субъекта Российской Федерации; 17 – границы и индексы гидрогеологических структур;
  - 18 – граница субъекта Российской Федерации; 19 – граница федерального округа

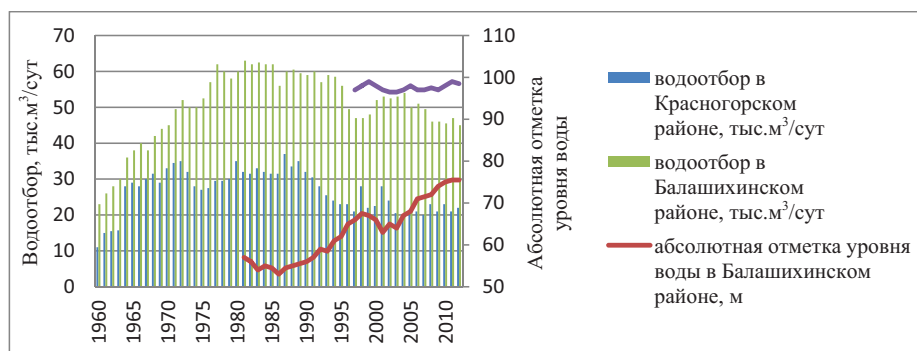


Рис. 3. Динамика водоотбора и изменение уровня подземных вод подольско-мячковского водоносного горизонта в Балашихинском и Красногорском районах [2]



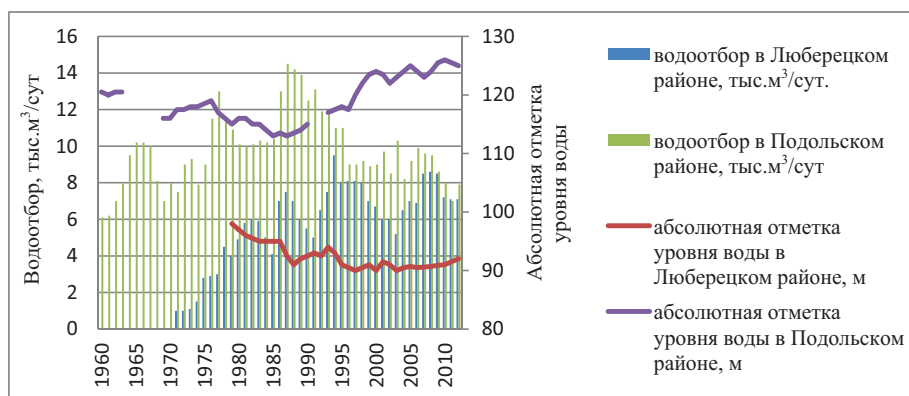


Рис. 4. Динамика водоотбора и изменение уровня подземных вод подольско-мячковского водоносного горизонта в Люберецком и Подольском районах [2]

В пределах алексинско-протвинского водоносного комплекса депрессионная воронка занимает большую часть территории г. Москвы и Московской области. Ее площадь составляет 39,0 тыс.км<sup>2</sup>. Максимальная глубина воронки (70...90 м) зафиксирована в Наро-Фоминском, Одинцовском, Красногорском, Химкинском, Солнечногорском, Мытищинском, Балашихинском, Люберецком, Ленинском и Подольском районах. В целом по площади понижения уровней составляют 10...60 м.

Все выявленные закономерности снижения уровней подземных вод повлияли на формирование качественного состава отбираемых на питьевые цели подземных вод.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Современная гидрогеологическая оценка состояния природного качества подземных вод основных эксплуатируемых водоносных горизонтов и комплексов, приуроченных к каменноугольным отложениям, характеризуется практически повсеместным превышенным содержанием железа и показателем общей жесткости. На фоне фоновых показателей характеристик водоносных горизонтов и комплексов каменноугольных отложений можно отметить и техногенное загрязнение, ввиду чего фиксируется установившаяся нисходящая фильтрация загрязненных с поверхности грунтовых вод на участках с тесной гидравлической связью с эксплуатируемыми водоносными горизонтами, при которой отмечается и увеличение концентрации фторидов и сульфатов. При расположении водозаборов вблизи рек загрязнение может происходить за счет перетекания речных вод в эксплуатационный водоносный горизонт в условиях хорошей гидравлической связи эксплуатируемого горизонта с рекой [8-11].

За последние годы существенным образом изменилась техногенная обстановка на территории Московского региона, особенности которой связаны с появлением большого количества водопотребителей (коттеджных поселков, садово-огородных товариществ и дачных участков). При этом возросла и эксплуатация основных каменноугольных водоносных горизонтов рассредоточенными по всей области частными эксплуатационными скважинами и водозаборами.

Для решения вопросов сохранения и обеспечения качества подземных вод для питьевого водоснабжения авторами были разработаны научный подход и методологические основы управления геоэкологическими рисками при оценке качества подземных вод, в рамках которых предложена структура управления рисками для оценки качества подземных вод на территориях, подвергнутых плотной застройке и урбанизации [12, 13].

В рамках управления геоэкологическими рисками для обеспечения и сохранения требуемого ГОСТом качества подземных вод водозаборов Московского региона были разработаны рекомендации и мероприятия различного характера, позволяющие избежать и предотвратить негативные последствия. Например, к техническим и технологическим мероприятиям по предупреждению истощения подземных вод следует отнести:

- запрет на использование подземных вод для нужд технического водоснабжения промышленных объектов;
- отказ от размещения водоемких производств в районах с недостаточной обеспеченностью водой;
- организация и осуществление мониторинга за предотвращением истощения подземных вод;

- тампонаж бездействующих водозаборных скважин;
- строгий запрет на сброс сточных вод и жидких отходов производства в поглощающие горизонты, имеющие гидравлическую связь с горизонтами, используемыми для водоснабжения;
- устройство непроницаемой защитной гидроизоляции сооружений, которые являются потенциальными источниками загрязнения подземных вод;
- устройство пристенных или пластовых дренажей при строительстве зданий и сооружений проектируемого объекта с отводом дренажных вод в гидрографическую сеть или на очистные сооружения;
- складирование сырья и отходов на специальных площадках, оборудованных противодиффузионными экранами;
- организация зон санитарной охраны на территории, являющейся источником питания подземных вод.

Все мероприятия, связанные с тем или иным видом использования подземных вод, а также размещение объектов, эксплуатация которых приводит к их загрязнению (поля фильтрации, накопители сточных вод, шламо- и хвостохранилища и т.п.), должны быть согласованы с территориальными органами Министерства природных ресурсов России.

### Выводы

В настоящее время для крупных городов и мегаполисов на первый план выходят проблемы ухудшения и снижения качественного состава подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения. Рассмотрены основные проблемы, связанные с изменением качества подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения на урбанизированных территориях, и основные факторы, влияющие на показатели химического состава подземных вод. Предложен необходимый комплекс технических и технологических природоохранных мероприятий, направленных на минимизацию ухудшения качества питьевых вод и позволяющих сохранить качество подземных вод с учетом гигиенических норм и кондиций. Реализация предложенных мероприятий позволит в целом улучшить экологические условия состояния подземных водных ресурсов в Московском регионе.

### Библиографический список

1. О состоянии окружающей среды Российской Федерации в 2017 году:

Государственный доклад. – М.: Минприроды и экологии, 2018. – 358 с.

2. О состоянии недр на территории Российской Федерации в 2012 г. // Информационный бюллетень. – М.: Геоинформмарк, 2017. – С. 47-50.

3. **Зекцер И.С.** Подземный сток и ресурсы пресных подземных вод // Современное состояние и перспективы использования в России. – М.: Научный мир, 2012. – 374 с.

4. Водные ресурсы России и их использование / под ред. И.А. Шикломанова. – СПб.: ГГИ, 2008. – 600 с.

5. **Карпенко Н.П., Ломакин И.М.** Экологические особенности использования водных ресурсов для питьевого водоснабжения Московского региона. / Мат-лы междунаучно-практической конф., посвященной 130-летию Н.И. Вавилова, 5-7 декабря 2017 года. / Доклады ТСХА. Вып. 290. Ч. 2. – М.: РГАУ-МСХА, 2018. – С. 57-59.

6. **Карпенко Н.П., Ломакин И.М.** Оценка влияния внешних водозаборов на понижение уровней подземных вод в пределах выделенной территории / Мат-лы междунаучно-практической конф., посвященной 130-летию Н.И. Вавилова, 4-6 декабря 2018 г. / Доклады ТСХА. Вып. 291. Ч. 3. – М.: РГАУ-МСХА, 2018. – С. 182-185.

7. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». – М.: Минздрав России, 2002. – 67 с.

8. **Карпенко Н.П., Кравцова Е.В.** Разработка электронной модели редактора для учета экологических особенностей взаимосвязи поверхностных и подземных вод на водосборах // Мат-лы юбилейной междунаучно-практ. конф. «Комплексные мелиорации – средство повышения продуктивности сельскохозяйственных земель» (26-27 ноября 2014 г.). – М.: Изд-во ВНИИА, 2014. – С. 366-370.

9. **Карпенко Н.П., Пиховкин М.Ю.** Мониторинг подземных вод в городе Москва // Мат-лы междунаучно-практ. конф. «Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства в России», апрель 2014. – М.: РГАУ-МСХА, 2015. – С. 38-43.

10. **Карпенко Н.П.** Оценка взаимосвязи поверхностных и подземных вод малых рек Московской области для решения проблем экологической реабилитации водных объектов // Мат-лы междунаучно-практ. конф. «Проблемы управления водными и земельными ресурсами», Москва, 30 сентября

2015. Ч. 1. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. – С. 3-12.

11. **Карпенко Н.П.** Комплексная оценка взаимосвязи поверхностных и подземных вод и их уязвимости в бассейнах малых рек Московского региона // Мат-лы междунаучно-практ. конф. «Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения» (Костяковские чтения). – М.: ВНИИГиМ, 2016. – С. 157-162.

12. **Карпенко Н.П., Фризена Е.В.** Учет и управление экологическими рисками для здоровья и жизни населения в условиях роста антропогенных нагрузок // Мат-лы междунаучно-практ. конф. «Проблемы комплексного обустройства техноприродных систем», 16-18 апреля 2013 г., Москва. Ч. IV. – М.: МГУП, 2013. – С. 144-151.

13. **Карпенко Н.П., Ломакин И.М., Дроздов В.С.** Вопросы управления геоэколо-

гическими рисками при оценке качества подземных вод на урбанизированных территориях // Природообустройство. – 2019. – № 5. – С. 106-111.

Материал поступил в редакцию 14.07.2020 г.

#### Сведения об авторах

**Карпенко Нина Петровна**, доктор технических наук, заведующий кафедрой гидрологии, гидрогеологии и регулирования стока РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Прянишникова, 19; e-mail: npkarpenko@yandex.ru

**Ломакин Иван Михайлович**, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры гидрологии, гидрогеологии и регулирования стока РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Прянишникова, 19; e-mail: imlomakin@yandex.ru

#### N.P. KARPENKO, I.M. LOMAKIN

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation

## HYDROGEOLOGICAL ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF THE GROUNDWATER QUALITY IN THE MOSCOW REGION

*The purpose of the work is to study and assess the state of underground water in the Moscow region used for drinking water supply and to develop measures to improve the quality of underground water. There was made an analysis of the state of the main operated aquifers and their dynamics and were found basic regularities of the formation of the hydrogeological regime of the exploited horizons in the Moscow region. The main factors affecting the chemical composition of groundwater were considered. Modern approaches were developed and proposed to solve the problem of preserving the quality of underground water for drinking water supply. To ensure the quality of underground water intake in the Moscow region, recommendations were developed to preserve the quality of underground water and the necessary set of environmental measures was proposed to minimize the deterioration of the drinking water quality. Timely identification of possible sources of deterioration in the quality of underground water and usage of innovative technologies for underground water treatment of from pollution will prevent from risky situations in the problem of assessing the quality of the underground water used for domestic and drinking needs of the population. Implementation of the proposed measures will improve environmental conditions of the ground water resources within the Moscow region.*

*Groundwater, drinking water quality, water supply, priority indicators of groundwater quality, environmental protection measures, innovative technologies.*

#### References

1. Gosudarstvennyy Doklad «O sostoyanii okruzhayushchej sredy Rossijskoj Federatsii v 2017 godu». – М.: Minprorody i ekologiii. – 358 s.

2. Informatsionny byulleten. O sostoyanii nedr na territorii Rossijskoj Federatsii v 2012 godu. – М.: Geoinformmark, 2017. – S. 47-50.

3. **Zekper I.S.** Podzemny stok i resursy presnyh podzemnyh vod. Sovremennoe

sostoyanie i prespektivy ispolzovaniya v Rossii. – М.: Nauchny mir, 2012. – 374 s.

4. Vodnye resursy Rossii i ih ispolzovanie / Pod red. I.A. Shiklomanova. – SPb.: GGI, 2008. – 600 s.

5. **Karpenko N.P., Lomakin I.M.** Ekologicheskie osobennosti ispolzovaniya vodnyh resursov dlyapitjevogo vodosnabzheniya Moskovskogo regiona. – М.: RGAU-MSHA, 2018. – S. 57-59.



6. **Karpenko N.P., Lomakin I.M.** Otsenka vliyaniya vneshnih vodozaborov na ponizhenie urovnej podzemnykh vod v predelakh vydelennoy territorii / Mat-ly mezhdun. nauchno-prakt. konf., posvyashchennoj 130-letiyu N.I. Vavilova, 4-6 dekabrya, 2018 goda. Doklady TSHA. Vyp. 291. Ch. 3. – M.: RGAU-MSHA, 2018. – S. 182-185.

7. SanPiN2.1.4.1074-01 «Pitjevaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh system pitjevogo vodosnabzheniya. Kontrol kachestva» – M: Minzdrav Rossii, 2002. – 67 s.

8. **Karpenko N.P., Kravtsova E.V.** Razrabotka elektronnoy modeli redaktora dlya ucheta ekologicheskikh osobennostej vzaimosvyazi poverhnostnykh i podzemnykh vod na vodosborah / Mat-ly yubilejnoj mezhd. nauchno-prakt. konf. «Kompleksnyye melioratsii – sredstvo povysheniya produktivnosti selskohozyajstvennykh zemel» (26-27 noyabrya 2014 g.). – M.: Izd. VNIIA, 2014. – S. 366-370.

9. **Karpenko N.P., Pihovkin M.Yu.** Monitoring podzemnykh vod v gorode Moskva / Mat-ly mezhdun. konf. «Problemy razvitiya melioratsii i vodnogo hozyajstva v Rossii», aprel 2014. – M.: RGAU-MSHA, 2015. – S. 38-43.

10. **Karpenko N.P.** Otsenka vzaimosvyazi poverhnostnykh i podzemnykh vod malyykh rek Moskovskoy oblasti dlya resheniya problem ekologicheskoy reabilitatsii vodnykh objektov / Mat-ly mezhd. Nauchnogo foruma «Problemy upravleniya vodnymi i zemelnymi resursami», Moskva, 30 sentyabrya, 2015. Chast 1. – M.: Izd-vo RGAU-MSHA, 2015. – S. 3-12.

11. **Karpenko N.P.** Kompleksnaya otsenka vzaimosvyazi poverhnostnykh i podzemnykh

vod i ih uyazvimosti v bassejnah malyykh rek Moskovskogo regiona / Mat-ly mezhdun. nauchno-prakt. konf. «Melioratsiya i vodnoe hozyajstvo: problem i puti resheniya» (Kostyakovskie chteniya). – M.: VNIIGiM, 2016. – S. 157-162.

12. **Karpenko N.P., Frizena E.V.** Uchet i upravlenie ekologicheskimi riskami dlya zdorovya i zhizni naseleniya v usloviyakh rosta antropogennykh nagruzok / Mat-ly mezhdun. konf. «Problemy kompleksnogo obustrojstva tehno-prirodnnykh sistem» 16-18 aprelya, 2013 g., Moskva. Ch. IV. – M.: MGUP, 2013. – S. 144-151.

13. **Karpenko N.P., Lomakin I.M., Drozdov V.S.** Voprosy upravleniya geocologicheskimi riskami pri otsenke kachestva podzemnykh vod na urbanizirovannykh territoriyah // Prirodoobustrojstvo. – 2019. – No. 5. – S. 106-111.

The material was received at the editorial office  
14.07.2020

#### Information about the authors

**Karpenko Nina Petrovna**, doctor of technical sciences, head of the Department of hydrology, hydrogeology and flow regulation, RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550; Moscow, ul. Pryanishnikova, 19, e-mail: npkarpenko@yandex.ru

**Lomakin Ivan Mikhailovich**, candidate of geological and mineralogical sciences, associate professor of the department of hydrology, hydrogeology and flow regulation; RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550; Moscow, ul. Pryanishnikova, 19, e-mail: imlomakin@yandex.ru