

вания количественных и качественных показателей состояния подземных вод и оценки их ресурсной базы, что повысит полноту, информативность и достоверность результатов регионального гидрогеологического изучения регионов РФ и будет способствовать рациональному и безопасному использованию подземных вод в экономике и социальной сфере.

Дальнейшее развитие гидрогеологического картирования должно быть направлено на совершенствование и актуализацию нормативно-методических документов, основными из которых являются:

Методические руководства по составлению и подготовке к изданию листов Государственных гидрогеологических карт масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000;

Карта общего гидрогеологического районирования территории Российской Федерации масштаба 1:2 500 000;

Унифицированная схема объектов гидрогеологической стратификации территории Российской Федерации;

Методическое руководство по проведению гидрогеологических съемок масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000.

Необходимо также приступить к актуализации гидрогеологических карт отдельных структур масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000, подготовленных ранее по устаревшим принципам гидрогеологического районирования и схемам стратификации, не учитывающим внешние изменения в Стратиграфический кодекс России и издание Тектонического кодекса России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев, Г.С. Тектонический кодекс России / Г.С. Гусев, Н.В. Межеловский, А.В. Гушин и др. / Отв. ред. Н.В. Межеловский. — М.: ГЕОКАРТ; ГЕОС, 2016. — 240 с.
2. Единые требования к составу, структуре и форматам представления в НРС Роснедра комплектов цифровых материалов листов Государственных геологических карт масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000. Версия 1.5. — СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2017. — 256 с.
3. Карта гидрогеологического районирования территории Российской Федерации масштаба 1:2 500 000 и Унифицированные схемы объектов гидрогеологической стратификации территории Российской Федерации (протокол Роснедра от 07.02.2012 г. № 18/83-пр). — М.: ФГУП «Гидроспецгеология», 2011. — 47 с.
4. Методические рекомендации по составлению авторских вариантов Госгеолкарты-1000/3 и Госгеолкарты-200/2. — СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2015. — 31 с.
5. Методические рекомендации по составу и структуре сопровождающих и первичных баз данных ГК-200/2 и ГК-1000/3. — СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2015. — 55 с.
6. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 (2-е изд.). Версия 1.3. — СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2017. — 173 с.
7. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (3-е изд.). Версия 1.3. — СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2017. — 169 с.
8. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной гидрогеологической карты Российской Федерации масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000 — М., 2015. — 112 с.
9. Основные положения по составлению серийных легенд государственных гидрогеологических карт масштаба 1:200 000 и 1:1 000 000. — М.: МПР РФ, 2001. — 15 с.
10. Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения / Метод. рекомендации по проведению второго этапа работы, утв. Управлением гидрогеологии и геоэкологии. — М.: Роскомнедра, 1995. — 72 с.

11. Создание гидрогеологических карт с применением компьютерных технологий (методические материалы). — М.: МПР РФ, 2001. — 196 с.
12. Требования к дистанционным основам Госгеолкарты-1000/3 и Госгеолкарты-200/2. — М., СПб.: ГУП НИИИКАМ, 2010. — 20 с.
13. Эталонная база изобразительных средств (ЭБЗ) Госгеолкарты-1000 (текущая версия) / Одобрена НРС 30.11.04 / Сайт ФГБУ ВСЕГЕИ: <http://www.vsegei.ru>.

© Коллектив авторов, 2018

Пугач Семен Лазаревич // info@geomonitoring.ru
Спектор Сергей Владимирович // spektor@geomonitoring.ru
Платонова Алла Владимировна // alla-platonova@mail.ru
Кокорева Светлана Владимировна // kokoreva@geomonitoring.ru
Журавлев Алексей Николаевич // zhuravlev@geomonitoring.ru
Гришин Евгений Сергеевич // Bibliosof-info@yandex.ru

УДК 556.38+556.3.04

Елохина С.Н., Киндлер А.А., Кислякова А.А., Сергеева А.С. (Филиал ФГБУ «Гидроспецгеология», Уральский региональный центр ГМСН)

СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ ПОДЗЕМНЫХ ИСТОЧНИКОВ В УРАЛЬСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

*В контексте ведения государственного мониторинга состояния недр на территории Уральского федерального округа демонстрируются результаты использования подземных источников в системах питьевого водоснабжения, территориальные гидрохимические и водохозяйственные особенности, связанные с неравномерным распределением ресурсов и запасов подземных вод. Значительный объем извлечения подземных вод на горнорудных предприятиях определяет их потенциал для питьевого использования. **Ключевые слова:** мониторинг состояния недр, водоснабжение, подземные воды, горные выработки, Урал.*

Elokhina S.N., Kindler A.A., Kislyakova A.A., Sergeeva A.S. (Branch of Hydrospeztsgeologiya, Urals Regional Center of SMSC)
STATE AND MAIN PROBLEMS OF THE DRINKING WATER ON THE BASE OF GROUND SOURCES IN THE URALS FEDERAL DISTRICT

*In the context of the state monitoring of mineral resources in the Urals Federal district, the results of the use of subsurface sources in drinking water supply systems, territorial hydrochemical and water management features associated with the uneven distribution of resources and groundwater reserves are demonstrated. A significant amount of groundwater extraction in mining enterprises determines their potential for drinking. **Keywords:** monitoring of subsoil status, water supply, ground water, mining, Ural.*

Оценка состояния питьевых подземных вод, их природного количества, объема использования, текущих потребительских свойств и другие аспекты занимают одну из важных позиций при ведении государственного мониторинга состояния недр (ГМСН).

С указанной целью собираются и структурируются определенным способом данные за текущий период (обычно годовой) из всех доступных источников и в первую очередь формирующейся территориальными фондами геологической информации. Анализ полученных массивов данных учитывает результаты собственных наблюдений центров ГМСН на пунктах опорной наблюдательной сети для понимания природных гидрогеологических закономерностей. Плановые и оперативные обследования (и гидрогеохимические опробования) на зафиксированных или предполагаемых участках загрязнения повышают достоверность данных при их отбраковке. В границах Уральского федерального округа (УрФО) перечисленные работы выполняются филиалом ФГБУ — Уральским региональным центром ГМСН (ФУРЦ ГМСН).

Собранная и полученная информация оперативно систематизируется, анализируется и предоставляется установленным образом на федеральный уровень ГМСН. Региональные цифровые и картографические данные, подтверждающие выявленные тенденции и закономерности, помещаются в ежегодный информационный бюллетень, доступный как в электронном, так и традиционном видах [3] всем заинтересованным службам и организациям.

Объектами наблюдения при ведении ГМСН являются подземные воды, используемые при недропользовании, и водовмещающие их горные породы. Гидрогеологические условия территории УрФО определяются приуроченностью в основном к Западно-Сибирскому сложному артезианскому бассейну (САБ) и Уральской сложной гидрогеологической складчатой области (СГСО). К первому принадлежит почти 87 % прогнозных ресурсов и около 64 % всех разведанных запасов пресных подземных вод (ППВ) федерального округа. Степень разведанности ресурсов ППВ в указанной структуре оценивается в 1,3 — 2,4 %. К СГСО приурочено 34 % запасов и чуть более 10 % ресурсов ППВ при их средней разведанности 9,6 %.

По характеру техногенного воздействия территория Западно-Сибирского САБ, особенно его северо-западная часть, принадлежит к провинции с активной добычей углеводородных полезных ископаемых (Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа, Тюменская область в целом). На территории горноскладчатого Урала традиционно превалирует горнодобывающая деятельность [1].

Оценка современного состояния и основных проблем питьевого использования подземных вод по результатам ведения ГМСН

Рассмотрим некоторые выявленные по результатам ГМСН особенности питьевого водоснабжения на базе подземных водных объектов в УрФО.

1. Оценка состояния питьевого водоснабжения на базе подземных водоисточников может быть рассмотрена с позиции обеспеченности населения разведанными запасами и добываемым количеством питьевых подземных вод. При проектировании систем водоснабжения используют внесистемную размерность: литры в сутки на 1 жителя. Согласно СНиП 2.04.02-84, указанная норма в зависимости от инженерных характеристик проектируемых зданий и сооружений изменяется в широком диапазоне: от 30 до 500 л/сут на одного жителя. Интересно сопоставить с указанными значениями достигнутый на территории округа объем запасов и добычи ППВ.

По данным ФУРЦ ГМСН по состоянию на 01.01.2018 величина удельных запасов подземных вод хозяйственно-питьевого назначения в среднем для федерального округа достаточно высока и составляет 415 л/сут на одного жителя (рис. 1). По территории округа в различных субъектах РФ удельные запасы изменяются от 140 л/сут в Курганской области до 987 л/сут в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО). В принципе такая степень разведанности запасов подземных вод в сравнении с нормами водоснабжения выглядит весьма удовлетворительной.

Более скромные удельные показатели по добыче и хозяйственно-питьевому использованию подземных вод отмечаются в северных районах Тюменской области, где они в среднем приближаются к нормативным уровням централизованной подачи — 158–236 л/сут

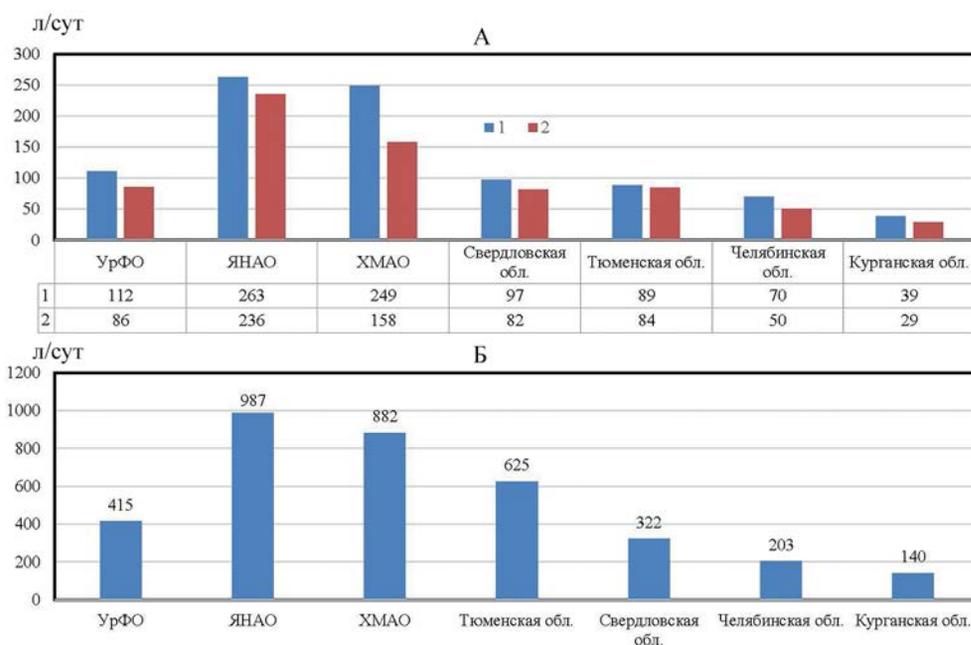


Рис. 1. Запасы подземных вод и их использование на территории УрФО (по состоянию на 01.01.2018 г.): А — удельное водопотребление на одного жителя (л/сут): 1 — общее; 2 — на хозяйственное водоснабжение; Б — запасы подземных вод на одного жителя, л/сут

на одного жителя. На остальной территории УрФО этот показатель существенно ниже (30–80 л/сут), что характерно для децентрализованного водоразбора, или когда потребность населения в хозяйственно-питьевой воде обеспечивается за счет ППВ только частично. С учетом материалов 2-ТП (водхоз) в среднем на рассматриваемой территории водоснабжение из подземных водных объектов удовлетворяется не более чем на 30 %.

2. На территории УрФО в основном зарегистрированы малодобитные водозаборы с производительностью не более 100 м³/сут. Они составляют 71 % от всех действующих в 2017 г. объектов добычи (2610). Их использование в настоящее время даже не требует оценки запасов подземных вод.

В объеме суммарной добычи питьевых подземных вод такие объекты в среднем составляют не более 4 %. Но на отдельных участках, например, на участке Предуральского предгорного артезианского бассейна в границах Свердловской области почти 90 % всего объема ППВ добывается на малых лицензионных участках. В границах Западно-Сибирского САБ суммарная добыча на малых водозаборах составляет 12 %.

В связи с этим возникает предложение о необходимости учета добываемой воды на малых водозаборах при определении степени разведанности ресурсов ППВ. Состав производимых недропользователем работ при эксплуатации водозаборной скважины на лицензионном участке позволяет в упрощенной форме, согласно действующим законодательным нормам, признать обеспеченной ресурсами величину добываемой воды. При этом отчет недропользователя по ведению мониторинга подземных вод на водозаборе можно рассматривать как результат выполненных геологоразведочных работ. Препятствием может служить недобросовестность некоторых пользователей недр. Однако при условии уточнения данных в центрах ГМСН как при сопоставлении отчетных показателей в многолетнем разрезе, так и при эколого-гидрогеологических обследованиях малых водозаборов, а также наличия разработанной процедуры упрощенной оценки запасов степень разведанности ресурсов подземных вод может быть увеличена.

3. На всех остальных объектах выполняется полный цикл геологоразведочных работ, включая подсчет и утверждение запасов добываемой воды. Водозаборы с производительностью от 100 до 500 м³/сут составляют от 8 % от общего количества в Тюменской области и до 24 % в ЯНАО. В среднем по федеральному округу их количество не превышает 20 %.

Остальной водоотбор обеспечивают средние и крупные водозаборы с производительностью более 500 м³/сут. Это 10–15 % всех объектов питьевой добычи ППВ и около 75 % его объема.

Крупные водозаборы с добычей более 10 тыс. м³/сут действуют в Западно-Сибирском САБ, главным образом, за счет ресурсов верхнеолигоценного водоносного комплекса. Это Сургутское месторождение

ППВ в ХМАО-Югра с водоотбором 75 тыс. м³/сут, Тавдинский водозабор в Тюменской области — 38 тыс. м³/сут и еще 10 объектов, три из которых находятся в границах Арктической зоны на территории ЯНАО (Новоуренгойский, Ноябрьский и Надымский водозаборы).

Восемь крупных водозаборов функционируют на территории Уральской СГСО в Челябинской и Свердловской областях. Они разведаны в массивах закарстованных пород палеозоя, обеспеченных привлекаемым питанием из поверхностных водных объектов. Крупнейшим является Мало-Кизильский водозабор с добычей почти 90 тыс. м³/сут. Водозаборы Янгельский и Кальинский осуществляют добычу ППВ в объеме 33 тыс. м³/сут каждый. Последний из вышеуказанных является элементом системы водопонижения на Североуральских бокситовых рудниках (СУБР).

4. Важной характеристикой эксплуатационной нагрузки на подземные воды служит модуль добычи и извлечения подземных вод. На большей части территории УрФО он не превышает 1,0 м³/(сут·км²) [3]. И только в Свердловской и Челябинской областях он возрастает до 5,1–5,5 м³/(сут·км²), что происходит в результате интенсивного и длительного водопонижения на горнодобывающих предприятиях.

Закономерно стремление к рациональному использованию дренажной воды, что прекрасно реализовано на СУБРе (Кальинский водозабор). Также в Свердловской области водоснабжение городов Карпинска и Волчанска основано на работе дренажных узлов, работающих на бортах угольных разрезов (сейчас затопленных). Неоднократно описывались в опубликованных источниках и другие примеры питьевого использования дренажных вод, например, Липовский водозабор, работающий на борту затопленного никелевого карьера, подающий воду для централизованного питьевого водоснабжения г. Реж [5].

Завершение горнодобывающих работ в ряде случаев просто не позволяет прекратить водоотливные мероприятия в силу необходимости обеспечения безопасности эксплуатации уже действующих зданий и сооружений, во избежание подтопления жилых кварталов (Пышминско-Ключевской медно-кобальтовый рудник, Крылатовский золотодобывающий рудник и др.). На таких объектах водоотлив в том или ином объеме сохраняется [2].

5. Одним из наиболее ярких примеров вышеуказанной ситуации служит Пышминско-Ключевской рудник, на территории которого вырос один из самых динамично развивающихся городов Свердловской области, город-спутник Екатеринбурга — Верхняя Пышма, медная столица Урала. В его исторической части территория жилой и промышленной застройки подработана подземными горными выработками.

Для защиты от подтопления на закрытом руднике функционирует шахтный водоотлив в среднегодовом объеме 6–9 тыс. м³/сут из стволов двух шахт Новая и Ново-Ключевская (рис. 2). Большая часть извлекае-

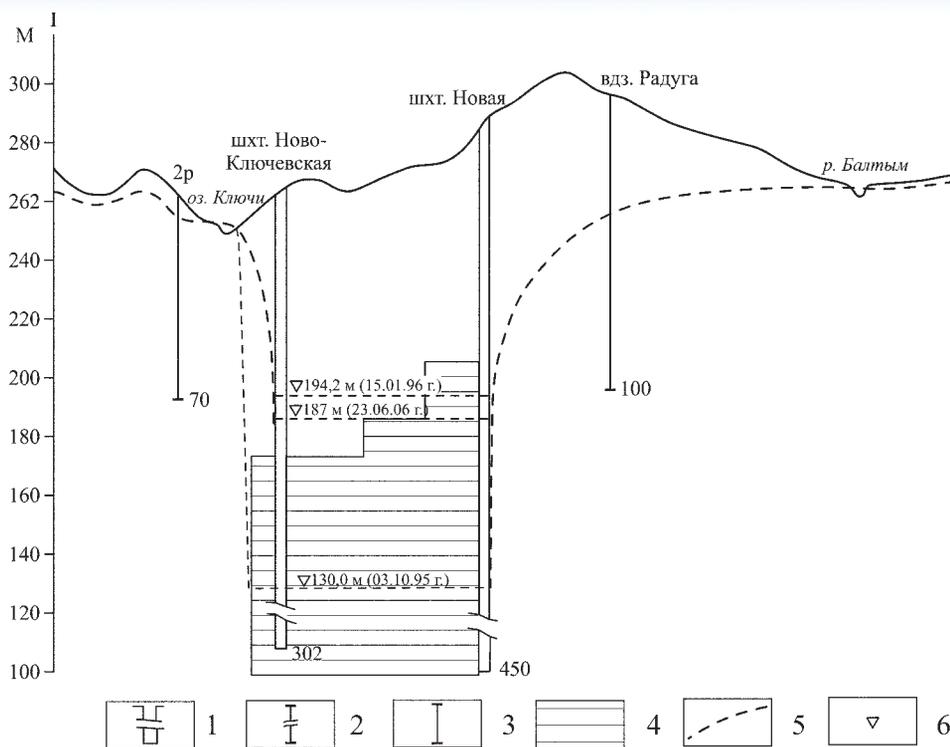


Рис. 2. Субширотный схематический гидрогеологический разрез г. Верхняя Пышма: 1 — Шахтный ствол и его глубина, м; 2 — водозабор и его глубина; 3 — скважина (цифры сверху — номер по первоисточнику, внизу — глубина, м; 4 — контуры участков подземных горных выработок; 5 — уровень подземных вод; 6 — абсолютная отметка уровня подземных вод в шахтном стволе на дату, указанную в скобках

мой воды сбрасывается без использования в оз. Ключи, являющееся практически истоком р. Пышма.

Водоснабжение города, в первую очередь питьевое, основано исключительно на ресурсах подземных вод. Водозаборные скважины функционируют, в том числе в пределах депрессионной воронки шахтного водоотлива, как в пределах области подработки, так и за ее контуром. Например, за пределами горных выработок, но в границах шахтной депрессионной воронки функционирует классический мелкий водозабор «Радуга». Непосредственно каптируют подземный сток внутри отработанных горных выработок два объекта. Это питьевой водозабор «Зона Поздняя» и технический водозабор в шахте Ново-Ключевская. Первый вскрывает затопленные горные выработки горизонта (–210 м) тремя классическими скважинами с производительностью 2,0–2,5 тыс. м³/сут. Водозабор успешно функционирует более 30 лет и используется для питьевого централизованного водоснабжения. Лицензия на добычу воды выдана муниципальному предприятию «Водоканал». Материалы мониторинга состояния недр на объекте недропользователем собираются, накапливаются, обрабатываются и передаются в территориальные геологические фонды.

Результаты оценки запасов питьевых подземных вод водозабора «Зона Поздняя», выполненные ФУРЦ ГМСН в 2018 г., не получили одобрение в Роспотребнадзоре по причине невозможности организации первого и второго пояса зоны санитарной охраны (ЗСО)

нормативного размера. Несмотря на это недропользователь проявляет готовность совершенствовать систему обеспечения надежности качества подаваемой воды, поскольку другие подземные объекты удалены от потребителя и требуют больших средств для освоения и эксплуатации. Также закрытие водозабора увеличит объем необходимого извлечения подземных вод и их сброса.

Второй объект, водозабор шахты Ново-Ключевская, имеет сложную двухъярусную конструкцию с заполнением шахтного ствола дисперсной породой. Бетонные перемычки позволяют отделить область питания верхнего интервала водозабора (гор. 110 и 142 м) от глубоких шахтных горизонтов (гор. 192, 302 м и глубже), зараженных вторичными минеральными образованиями с токсичны-

ми соединениями никеля и др. (рис. 3).

Недропользователь ОАО «Уралэлектромедь» обособил условия водоотбора в одном стволе, усовершенствовал и разделил систему водоподготовки с разных интервалов отбора с единой целью — обеспечить возможность питьевого использования части подземной воды, забираемой на верхних горизонтах. Несмотря на наличие гидрогеологического обоснования, выполненного при оценке запасов подземных вод (Цветов Н.В., 2016), в том числе с активным привлечением результатов объектного мониторинга состояния подземных вод, невозможность создания полноценной зоны санитарной охраны послужила причинной несогласования питьевого назначения верхнего интервала водозабора с органами санэпиднадзора.

Таким образом, дальнейшее питьевое освоение подобных объектов останавливает принципиальная невозможность традиционного обоснования размеров ЗСО. При этом приближенность старых горнодобывающих объектов и существующих дренажных узлов к населенным пунктам обеспечивает серьезную экономическую выгоду при их водохозяйственном использовании, которую трудно переоценить. В Свердловской области это не только Верхняя Пышма, но и другие крупные города: Березовский, Красноуральск, Екатеринбург, Нижний Тагил и др.

6. На сегодняшний день практически вся территория Уральской СГСО относится к категории незащищенной от поверхностного загрязнения. Вскрытые

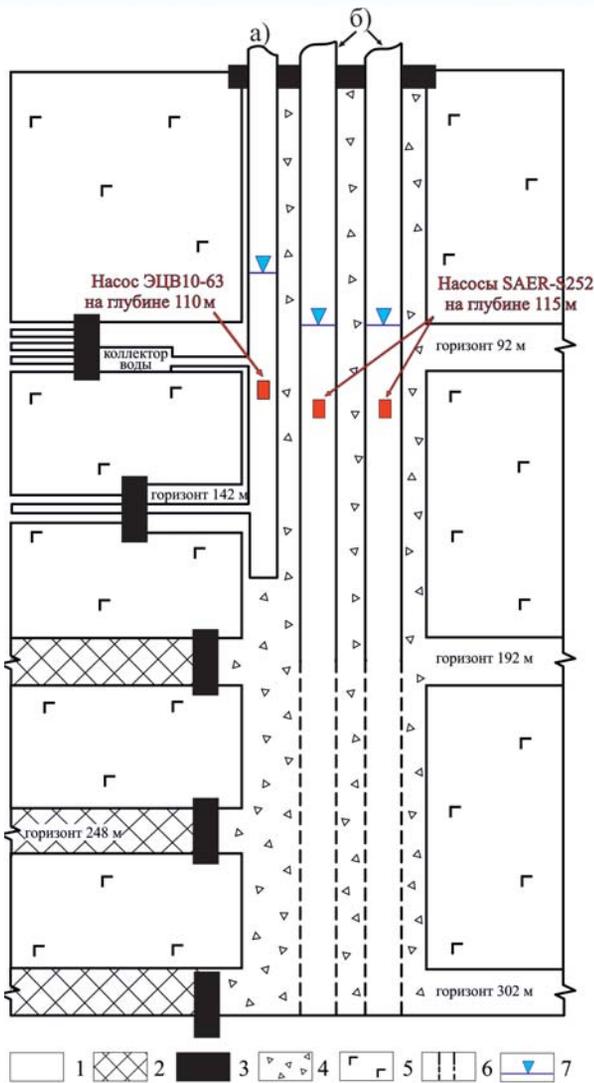


Рис. 3. Схема расположения хозяйственно-бытового (а) и технического (б) водозаборов в стволе шахты Ново-Ключевская: горизонты: 1 — незаложённые, 2 — заложённые пустой породой; 3 — бетонные перемычки; 4 — щебнистая засыпка; 5 — скальная порода; 6 — интервалы обсадной трубы; а — глухие, б — с перфорацией; 7 — положение динамического уровня в стволе водозаборной скважины

многочисленными скважинами субнапорные условия залегания продуктивных водоносных слоев разреза абсолютно не учитываются. В настоящее время накопленные опытные данные позволяют посмотреть на эту проблему по-новому [4].

Авторами вышеуказанной работы обращается внимание на емкостные и защитные свойства дисперсных отложений, слагающих площадные коры выветривания и залегающих в кровле продуктивных палеозойских водоносных зон. Типовой геологический разрез включает приповерхностное залегание слабопроницаемых преимущественно глинистых и суглинистых пород химических кор выветривания мощностью от 5 до 15 м (нередко и больше). В линейных зонах тектонических нарушений и геологических контактов вскрыты глинистые породы мощностью до десятков метров. Они служат хорошим слабопроницаемым экраном для поверхностного загрязнения.

Ниже залегают второй слой дисперсных пород. Это проницаемые отложения физических кор выветривания, представленные преимущественно дресвяно-щебенистыми образованиями мощностью от 5–10 до 20–30 м. Слой проницаемых дисперсных отложений обеспечивает определенный латеральный отвод поверхностного загрязнения.

При такой расчетной схеме уровень защищенности подземных вод палеозойских водоносных зон может быть обоснованно повышен. Это позволит сократить размеры первого пояса ЗСО, что принципиально важно для застроенных территорий.

Конечно, техногенная освоенность участков опасных горных работ выдвигает условия тщательного гидрогеологического обоснования размеров всех поясов ЗСО. Однако в нормативном документе по вопросу организации зон санитарной охраны (СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения») представлено традиционное крайне упрощенное понимание защищенных и незащищенных водоносных горизонтов в строгой

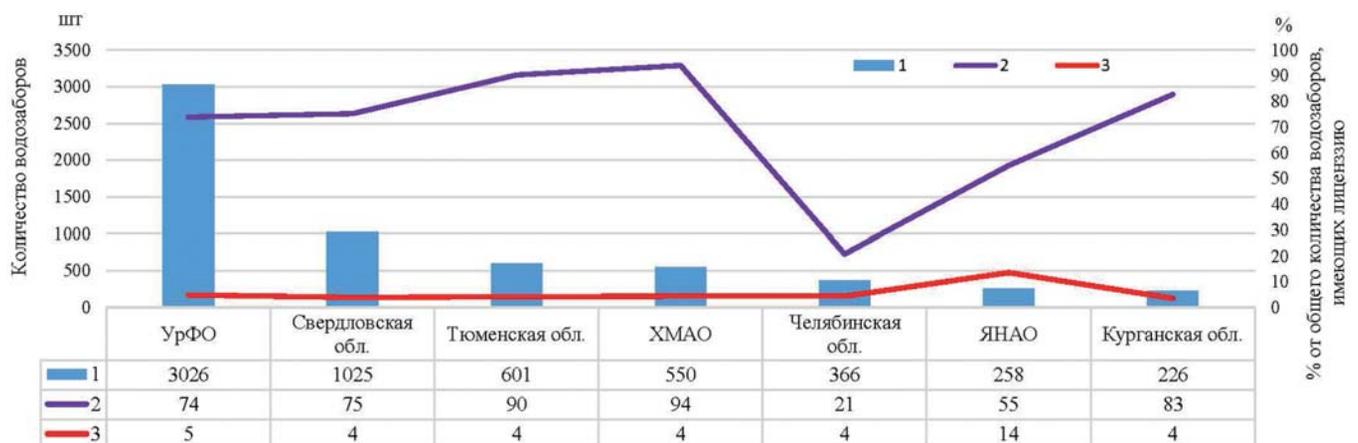


Рис. 4. Количество водозаборов хозяйственно-питьевого назначения с некондиционным качеством подземных вод по данным недропользователей на территории УрФО (по состоянию на 01.01.2018 г.): 1 — общее количество водозаборов, имеющих лицензию; доля водозаборов с некондиционным качеством воды, %: 2 — природного генезиса, 3 — техногенного генезиса

увязке с размерами первого пояса ЗСО. Нормативный документ санитарно-эпидемиологического регламента не допускает его уточнения и детализации, хотя вопрос защищенности подземных вод относится к компетенции органов управления недр. При оценке степени защищенности подземных вод водозабора, включая гидрогеологическое обоснование размеров всех поясов ЗСО, необходимо дополнительно учитывать местные гидрогеологические особенности, гидрохимический опыт извлечения и использования подземных вод, возможности современной водоподготовки.

7. Одной из причин невысокого освоения разведанных запасов подземных вод является их природная некондиционность, требующая доочистки природной воды перед подачей потребителю. Так, из

3026 водозаборов хозяйственно-питьевого назначения УрФО (включая недействующие на текущий период, но имеющие лицензионное право на добычу воды) 74 % имеют природно-некондиционный химический состав (рис. 4).

В суммарном разрешенном водоотборе (1171 тыс. м³/сут) питьевые подземные воды с природным некондиционным качеством занимают долю от 16 % (Челябинская область) до 98 % в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО). В среднем по УрФО объем их разрешенной добычи составляет 77 %.

В подавляющем большинстве случаев некондиционность подземных вод заключается в повышенном содержании железа общего, марганца, кремния, радона, а также показателя общей жесткости и мутности воды [3]. Большинство гидрохимических показателей природной некондиции нормализуется относительно простыми системами водоподготовки, которые реализованы практически на всех крупных и многих средних водозаборах.

8. Водозаборных объектов с техногенным генезисом загрязнения питьевых подземных вод в округе не более 5 %. В основном это мелкие водозаборы. Среди загрязняющих веществ преобладают нитраты (45% объектов) и нефтепродукты (25%). Первый тип загрязнения доминирует на подземных водных объектах Свердловской, Курганской, Челябинской и Тюменской (южная часть) областей (рис. 5).

На территории ЯНАО и ХМАО чаще, чем в других регионах УрФО, на питьевых водозаборах встречаются сверхнормативные содержания нефтепродуктов, фенолов и тяжелых металлов, связанные с интенсивной эксплуатацией здесь объектов добычи и транспортировки углеводородного сырья.

Заключение

Для всесторонней оценки текущего состояния подземных водных объектов, а также выявления актуальных проблем их питьевого использования основным инструментом служат материалы ведения ГМСН.

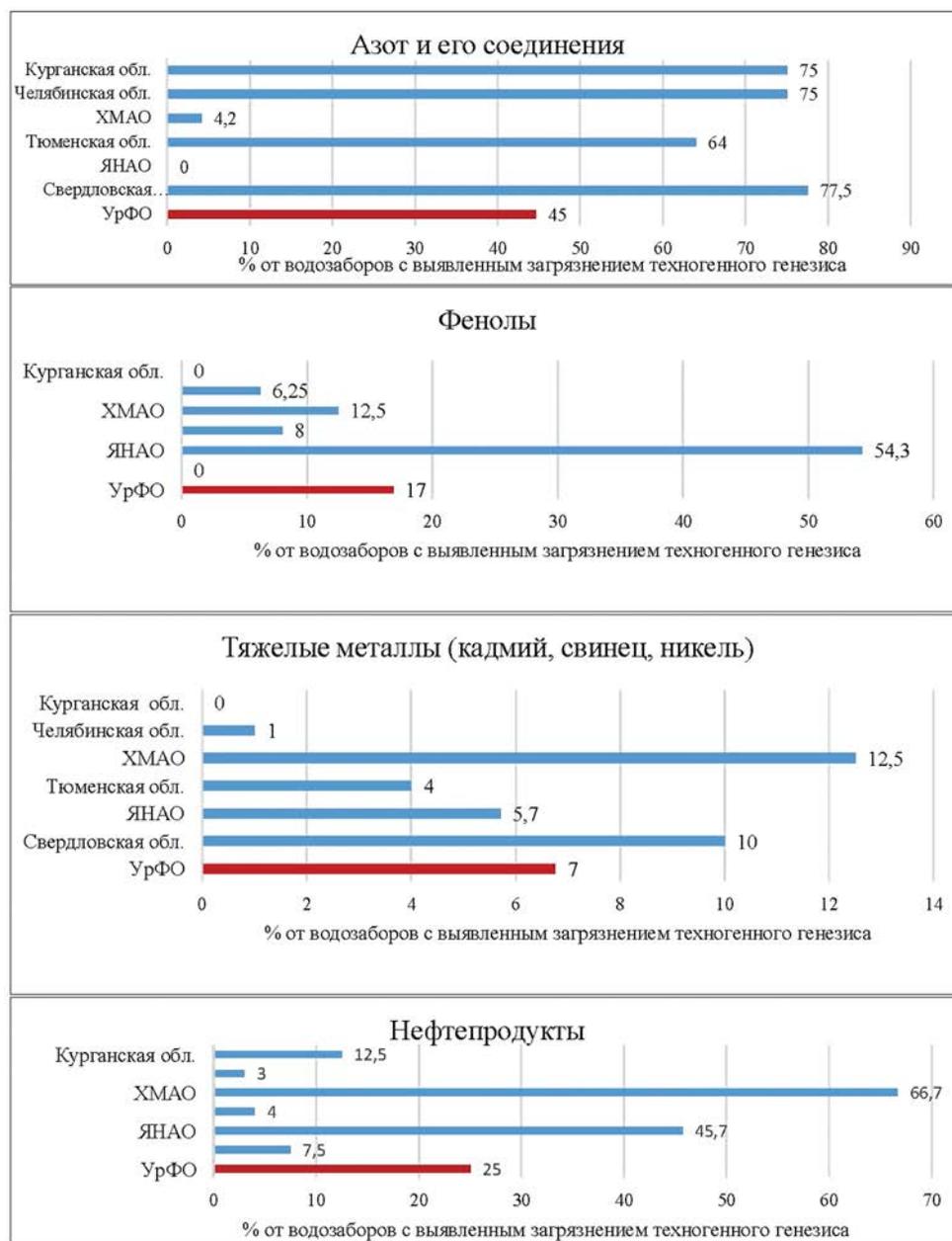


Рис. 5. Распределение загрязняющих веществ техногенного генезиса на питьевых водозаборах УрФО (по состоянию на 01.01.2018 г.)

При оценке разведанности ресурсов подземных вод было бы целесообразно учитывать опыт эксплуатации мелких водозаборов, накапливаемый в системе ГМСН, по которым в настоящее время не выполняется оценка запасов подземных вод. Такие объекты составляют около 70 % всех эксплуатируемых подземных водных объектов в федеральном округе, хотя их доля в суммарном водоотборе невелика (около 4 %).

Дренажные воды горнодобывающих предприятий на территории УрФО могут рассматриваться как полезный природный ресурс, имеющий определенный питьевой потенциал, в том числе и после прекращения горных работ. Для этого требуется усовершенствование методики гидрогеологического обоснования размеров зоны санитарной охраны в условиях открытых гидрогеологических структур и усиление роли органов управления недр при установлении размера первого пояса ЗСО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грязнов, О.Н. Гидрогеологические и геоэкологические аспекты разработки рудных месторождений горно-складчатого Урала / О.Н. Грязнов, В.П. Новиков, А.Л. Фельдман // Изв. вузов: Горный журнал. Уральское обозрение. — 1995. — № 5. — С. 95–101.
2. Елохина, С.Н. Геоэкологические проблемы затопленных рудников Урала / С.Н. Елохина / Под ред. О.Н. Грязнова. — Екатеринбург: ООО УИПЦ. — 2013. — 187 с.
3. Информационный бюллетень о состоянии недр территории Уральского федерального округа Российской Федерации за 2016 год (Вып. 17) / Под ред. С.Н. Елохиной. — Екатеринбург: ООО УЦАО. — 2017. — 214 с.
4. Новиков, В.П. Уточненная гидрогеологическая модель объектов Уральской складчатой области / В.П. Новиков, Д.В. Копылов // Разведка и охрана недр. — 2018. — № 3. — С. 36–41.
5. Палкин, С.В. Разведка и эксплуатация Липовского водозабора при его взаимодействии с выведенным из разработки карьером никелевых руд / С.В. Палкин, С.С. Палкин // Разведка и охрана недр. — 2003. — № 10. — С. 45–48.

© Коллектив авторов, 2018

Елохина Светлана Николаевна // elohina.s@mail.ru
Киндлер Алексей Александрович // kindler@gmsn-ural.ru
Кислякова Алена Анатольевна // alena@gmsn-ural.ru
Сергеева Анастасия Сергеевна // sergeeva@gmsn-ural.ru

УДК 556.639; 556.38

Шагалиев Р.М., Бутнев О.И., Горев И.В., Пронин В.А.
(ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ), Глинский М.Л., Куваев А.А.,
Семенов М.Е. (ФГБУ «Гидроспецгеология»)

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «НИМФА»: РАЗВИТИЕ И ВНЕДРЕНИЕ В ПРАКТИКУ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

Дается характеристика современного состояния и перспективы развития инновационного отечественного программного комплекса «НИМФА», предназначенного для решения широкого круга гидрогеологических и геоэкологических задач. **Ключевые слова:** геофильтрационное и геомиграционное моделирование, высокопараллельные Супер-ЭВМ.

Shagaliev R.M., Butnev O.I., Gorev I.V., Pronin V.A. (RFNC-VNIEF), Glinskiy M.L., Kuvaev A.A., Semenov M.E. (Gidrospecegeologiya)

SOFTWARE PRODUCT «NIMFA»: DEVELOPMENT AND ADOPTION TO HYDROGEOLOGICAL SIMULATION PRACTICE

Current state and development perspectives of innovative domestic software product «NIMFA», designed to solve vast range of hydrogeological and environmental problem, is given.

Keywords: hydrodynamic and solute transport modeling, highly parallel supercomputer.

Введение

Математическое моделирование процессов миграции химического и радиоактивного загрязнения в подземных водах требует специальных программных средств, позволяющих учесть широкий спектр физико-химических процессов и ориентированных на пользователя — гидрогеолога-геоэколога, не имеющего квалификацию математика-программиста. Следует заметить, что до последнего времени математическое моделирование процессов фильтрации и миграции выполнялось преимущественно на импортных программных продуктах, не прошедших аттестацию в НТЦ ЯРБ.

Инновационный отечественный импортозамещающий программный комплекс «НИМФА» (далее ПК «НИМФА») предназначен для моделирования геофильтрации и геомиграции при оценке воздействия ЯРОО Госкорпорации «Росатом» на подземные, поверхностные воды и грунты (моделирование геофильтрации и геомиграции) с применением современных высокопараллельных Супер-ЭВМ, а также персональных компьютеров.

Организациями — участниками инновационного проекта «НИМФА» (далее организации-участники) являются:

- федеральное государственное унитарное предприятие «Российский федеральный ядерный центр, Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»);
- федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидроспецгеология» (ФГБУ «Гидроспецгеология»).

История создания ПК «НИМФА»

Концепция базовой версии ПК «НИМФА» была разработана ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» в 2013 г. Основной целью разработки являлось создание программного обеспечения для решения геофильтрационных и геомиграционных задач на объектах Госкорпорации «Росатом» при проведении объектного мониторинга состояния недр (ОМСН), который осуществляется ФГБУ «Гидроспецгеология» с 2008 г. [2].

Были определены следующие основные требования к ПК «НИМФА» [3]:

1. Быть ГИС — ориентированным, т.е. обеспечивать совместимость с ГИС, используемыми для подготовки исходных данных (карт, схем распределения геофиль-