

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

© 2012 г. Н.Н. Рыбина, С.Д. Исаева

*Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, Москва*

**Ключевые слова:** подземные воды, хозяйственно-питьевое водоснабжение, эксплуатация месторождений подземных вод.



**Н.Н. Рыбина**



**С.Д. Исаева**

В статье рассмотрена сложившаяся ситуация с состоянием и использованием водных ресурсов в стране, особенности сельскохозяйственного водоснабжения, возникающие общесистемные проблемы использования подземных вод и практические меры, необходимые для их решения.

### Введение

В Российской Федерации в 2010 г. суммарный водоотбор из природных водных объектов составил около 76,5 млн км<sup>3</sup> [1]. Из них на долю поверхностных источников приходится 61,6 (80,5 %), подземных – 9,8 (12,8 %), морских – 5,1 км<sup>3</sup> (6,7 %). Всего в РФ в 2010 г. использовано около 58 км<sup>3</sup> свежей воды; для сельскохозяйственного водоснабжения – 0,5 км<sup>3</sup>. Проблемы, связанные с истощением запасов подземных вод (исчерпанием и загрязнением), состоянием водохозяйственных систем в равной степени

относятся как к городскому, так и сельскохозяйственному водоснабжению. Вместе с тем пути их решения могут быть различны в силу особенностей водоснабжения объектов агропромышленного комплекса (АПК). Прежде всего, основными особенностями водоснабжения в АПК по сравнению с городскими территориями являются меньшая потребность в воде, невысокая концентрация водопотребителей, меньшая разветвленность водораспределительной и водоотводящей сетей. Для решения задачи водообеспечения сельского населения и агропромышленного комплекса водой требуемого качества и в необходимых объемах существенное значение имеет определение системы мероприятий по повышению эффективности водопользования, в т. ч. использования подземных вод.

### **Использование подземных вод для питьевого водоснабжения**

По прогнозу [2] в 2020 г. для обеспечения потребностей хозяйственно-питьевого водоснабжения сельского населения на 95–100 % (при норме 200 л/чел. с учетом поения животных и др.) потребуется 2,8 км<sup>3</sup>/год, из которых 2,4 км<sup>3</sup>/год может быть получено за счет подземных вод. В настоящее время фактическая степень обеспеченности сельского населения подземными водами в целом по стране составляет около 84 %. При среднем по РФ удельном водопотреблении 136 л/сут на одного сельского жителя норму водопотребления, не превышающую 50 л/сут на чел., имеет подавляющее большинство сельских населенных пунктов с населением не более 1500 чел., находящихся в Кемеровской, Томской, Тюменской областях, Алтайском крае, Ханты-Мансийском автономном округе, Якутии и Магаданской области.

Использование подземных вод для удовлетворения потребностей населения в питьевой воде весьма перспективно для многих регионов РФ. Общая величина запасов подземных вод на 1 января 2010 г. – 95,84 млн м<sup>3</sup>/сут при ресурсном потенциале страны 869,1 млн м<sup>3</sup>/сут [3]. Однако степень освоения запасов остается низкой и в среднем по стране на 01.01.2011 составляет 15 %. За период с 2000 по 2010 гг. по России произошло сокращение общего объема использования подземных вод на 21,7 %. В то же время значительная часть подземных вод, в т. ч. и питьевого качества, извлекаемых при водоотливах из скважин вертикального дренажа, шахт, карьеров и попутно на нефтепромыслах сбрасывается без использования. Так в 2009 г. извлечено 4,63 млн м<sup>3</sup>/сут подземных вод, из которых 3,71 млн м<sup>3</sup>/сут сброшено в речную сеть [1].

На этом фоне в регионах с интенсивным развитием промышленности, сельского хозяйства, добычи твердых полезных ископаемых возникают серьезные проблемы, связанные с дефицитом воды требуемого качества. По данным Государственного доклада о санитарно-эпидемиологичес-

кой обстановке в Российской Федерации [4] в 2009 г. в целом по РФ было обеспечено питьевой водой, отвечающей требованиям безопасности, более 53 тыс. населенных пунктов (37,8 %) с населением 120,2 млн чел. (85,5 % от населения РФ); «доброкачественной» питьевой водой – 67,0 млн чел. городского (63 %) и 15,6 млн чел. сельского населения (41 %); «условно доброкачественной» – 26,7 млн чел. городского (25,4 %) и 10,8 млн чел. сельского (29 %); «недоброкачественной» – 8,1 (7,7 %) городского и 6,5 млн чел. (17,3 %) сельского. Дефицит доброкачественной питьевой воды испытывает население Ростовской области, Прикаспия, Нижнего Поволжья, Калмыкии, ряда районов Северного Кавказа, Урала, Западной Сибири и Дальнего Востока [4].

Основными причинами дефицита являются ограниченность запасов водных ресурсов, прежде всего, питьевых вод, нерациональное их использование, ветхость и изношенность водопроводных и канализационных сетей, загрязнение поверхностных и подземных вод, а также сокращение масштабов строительства объектов водоснабжения из-за отсутствия финансирования. Все это приводит к необходимости дополнительной подготовки воды перед подачей потребителю, усложнению условий добычи подземных вод, а возможно и к вариантам транспортировки водных ресурсов на значительные расстояния. Проблема обеспечения питьевой водой возникла, например, в Свердловской области [5]. В связи с дефицитом питьевых поверхностных и подземных вод на Среднем Урале, обострившимся вследствие маловодья 2010 г., рассматривается возможность водоснабжения города и области за счет подземных вод из Сосьвинско-Шегульганского бассейна трещинно-карстовых вод и транспортировки их по трубопроводу на расстояние 350–450 км. Воды питьевого качества в настоящее время здесь добываются при шахтном водоотливе и действии дренажных водопонижительных скважин и сбрасываются без использования. Это сложный проект, но его реализация, несомненно, может обеспечить надежность водоснабжения области, а также городов и населенных пунктов по трассе трубопровода.

Принципы выбора источника водоснабжения для сельских и городских территорий едины. Устанавливается следующая приоритетная последовательность выбора источников централизованного питьевого водоснабжения [6]: вода межпластовых напорных водоносных горизонтов; вода безнапорных водоносных горизонтов; вода искусственно пополняемых подземных горизонтов и вода подрусловых потоков (горизонтов); вода поверхностных водных объектов (рек, водохранилищ, озер, каналов). Данная иерархия объясняется более надежной защитой подземных вод от техногенного загрязнения. В целом по РФ не соответствует санитарным правилам и нормативам около 40 % поверхностных и 17 % подземных источников питьевого водоснабжения [7]. В 2010 г. по сравнению с 2009 г. отмечается общее увели-

чение объема сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты (47,9 км<sup>3</sup>), а также увеличение сброса загрязненных сточных вод (16,2 км<sup>3</sup>) при сокращении объема нормативно очищенных (2,0 км<sup>3</sup>). Установлено более 6 тыс. участков загрязнения подземных вод, из которых только с сельскохозяйственной деятельностью связано 16 %. Эти случаи обусловлены проникновением загрязняющих веществ из накопителей отходов и полей фильтрации, орошением сточными водами животноводческих комплексов и птицефабрик, а также фильтрацией вод с участков сельскохозяйственных массивов, обрабатываемых ядохимикатами и удобрениями. С подтягиванием к водозаборам некондиционных подземных вод при нарушении режима их эксплуатации связано 7 % случаев загрязнения. Преобладающими загрязняющими подземные воды веществами являются соединения азота (нитраты, нитриты, аммиак или аммоний) и нефтепродукты. Для 72 % участков интенсивность загрязнения подземных вод не превышает 10 ПДК, на 20 % участков изменяется в пределах 10–100 ПДК, на 8 % участков превышает 100 ПДК [4]. Большую экологическую опасность представляет безлицензионное пользование подземными водами. В этом случае на водозаборах зоны санитарной охраны могут отсутствовать, либо хозяйственная деятельность в пределах таких зон не соответствует установленным требованиям [8].

#### **Факторы повышения эффективности использования подземных вод**

##### *Учет особенностей месторождений подземных вод*

Важную роль играют факторы, связанные с особенностями месторождений подземных вод и их современным состоянием. В период 60–70-х годов прошлого столетия был разведан большой объем месторождений для водоснабжения населенных пунктов и сельскохозяйственных объектов. Часть этих месторождений, как отмечалось, освоена и эксплуатируется в настоящее время. Для большинства месторождений, предназначенных для водоснабжения крупных населенных пунктов и сельскохозяйственных объектов, проводилась оценка запасов подземных вод с последующей их государственной геологической экспертизой. По результатам экспертизы разведанные запасы подземных вод ставились на государственный баланс полезных ископаемых. Срок действия утвержденных запасов в большинстве случаев составлял 25 лет. В условиях, когда эксплуатационные запасы восполняются привлекаемыми ресурсами (речной сток и т. д.), запасы оцениваются на неограниченный период. В настоящее время для большого количества разрабатываемых месторождений срок действия решений по утверждению запасов истек. Формально запасы теряют свою легитимность и должны быть переутверждены. Однако до настоящего времени этот вопрос остается без

определенного решения. За прошедший после утверждения запасов период изменились требования к качеству питьевых вод. В связи с этим обстоятельством многие числящиеся на балансе запасы по критериям качества воды переходят в другие категории (нуждающиеся в улучшении качества или технические), изменяются природно-техногенные условия их эксплуатации. В зависимости от сложившейся ситуации на эксплуатируемых месторождениях необходим контроль качества подземных вод, возможно дополнительное изучение условий их формирования или аудит месторождения, включающий анализ фактических нагрузок на природную среду, вызывающих изменение условий формирования запасов подземных вод. Меры, направленные на обеспечение эффективной эксплуатации водозаборов на действующих месторождениях подземных вод, приведены в таблице.

В ряде случаев необходима разведка новых месторождений или локальных участков в их пределах. Методы разведки месторождений подземных вод в условиях новых экономических отношений не отличаются по сути проводимых работ от советского периода, но требуют дополнительных процессуальных действий, связанных с получением предварительного заключения компетентного геологического органа о наличии заявленных объемов в выбранном месте, решением вопроса о землеотведении под проектируемый водозабор с учетом возможности организации зон санитарной охраны [9] и под локальные очистные сооружения, получением лицензии на право пользования недрами с целью геологического изучения недр и добычи подземных вод и пр. Стадия поисковых работ, в соответствии с основными требованиями по рациональному использованию и охране недр Закона о недрах (раздел III. ст. 23) [9], должна завершаться проведением Государственной экспертизы запасов подземных вод и постановкой их на государственный учет.

Методы выбора участка под проектируемый водозабор в значительной степени зависят от степени антропогенной нагрузки на водоносные горизонты, их освоенности и величины предполагаемого водоотбора. Вполне естественно, что удовлетворение потребности в воде в объеме примерно до 100 м<sup>3</sup>/сут, который может быть получен при эксплуатации одиночной скважины, не вызовет существенных изменений в водоносном горизонте, за исключением случаев подтягивания загрязнения по пласту или перетока из загрязненного верхнего горизонта. В этих случаях задачи оценки запасов подземных вод для одиночного водозабора, как правило, решаются аналитическим способом. Для более сложных условий применяются современные хорошо разработанные методы моделирования. В случае заложения водозабора на территории с интенсивной работой запасов подземных вод в пределах целого региона целесообразно оценивать запасы в рамках региональной гидрогеологической модели формирования ресурсов подземных

**Таблица.** Меры по обеспечению эффективности эксплуатации действующих месторождений подземных вод

<i>Характеристика состояния месторождения подземных вод</i>	<i>Соответствие фактических условий принятой при оценке эксплуатационных запасов расчетной схеме</i>	<i>Меры по обеспечению эффективности эксплуатации месторождения подземных вод</i>
Запасы утверждены на неограниченный срок. Объем водоотбора соответствует проектному. Качество воды отвечает действующим нормативам. Экологические критерии соблюдены	Расчетная схема, принятая при подсчете запасов отвечает фактической	Регулярный контроль за качеством, уровнем воды в водоносном горизонте и величиной водоотбора. Ведение регулярной отчетности перед Департаментом недропользования
Срок действия утвержденных запасов не истек. Качество воды не соответствует действующим нормативам, т. к.: – оценка запасов проводилась в период действия ГОСТ 2874-73 «Вода питьевая» – произошли изменения природно-техногенных условий	Расчетная схема соответствует фактической  Расчетная схема не соответствует фактической	Дополнительное изучение (разведка) условий формирования подземных вод, выявление источников поступления вредных компонентов и обоснование соответствующих решений на основе управления структурой водоотбора за счет заложения новых скважин, изоляции интервалов поступления загрязнений в скважины.  Дополнительное изучение, выполнение оценки взаимодействия с новыми водозаборными узлами (действующими или проектируемыми) и другими объектами, способными повлиять на формирование запасов
Срок действия утвержденных запасов истек или истекает в течение 3–5 лет. Качество воды отвечает действующим нормативам. Экологические ограничения соблюдены	Принятая расчетная схема при оценке запасов подземных вод соответствует фактической	Аудит месторождения, включая оценку взаимодействия с новыми водозаборными узлами (действующими или проектируемыми) и другими объектами, способными повлиять на формирование запасов

вод, учитывающей функционирование региональной или бассейновой водохозяйственной системы. Например, постоянно действующая региональная модель была создана при совместной работе специалистов ГИДЭК, Геолинк, «Геоцентр-Москва» для региональной переоценки эксплуатационных запасов пресных подземных вод центральной части Московского артезианского бассейна [10].

Интересные и практически значимые результаты дает гидрогеомиграционное моделирование в особо сложных природно-техногенных условиях, например, при определении мер по борьбе с загрязнением водных объектов после ликвидации рудников на Среднем Урале [11]. В случаях, когда распределенные участки недр (обеспеченные лицензией на право пользо-

вания недрами) расположены в непосредственной близости друг от друга и при эксплуатации подземных вод устанавливается взаимодействие между ними, в условиях дефицита подземных вод необходимо жесткое управление эксплуатацией каждого водозабора (участка). В модели управления водоотбором возникла необходимость при разработке месторождений подземных вод в Пушкинском районе Московской области, в Тульской области и др.

Рациональная эксплуатация подземных вод на всем месторождении или на выделенном участке предполагает работу водозабора в строгом соответствии с условиями лицензии на право пользования недрами с целью добычи подземных вод. Отклонения от регламента эксплуатации подземных вод, установленного при подсчете запасов и направленные на увеличение нагрузки на водоносный горизонт, как правило, недопустимы. Выявленные в процессе обследования водозаборов (месторождений) отклонения от регламента, утвержденного Государственной комиссией по запасам или установленного условиями лицензии, требуют непереносимого их учета, пересмотра схемы эксплуатации. Эти обстоятельства потребуют дополнительного изучения месторождения, включающего следующие методы: обследование водозаборов; установление режимных наблюдений за уровнем целевого водоносного горизонта и изменениями химического состава воды. В итоге должны быть выделены подвергающиеся истощению участки месторождения, в т. ч. загрязнению и разработаны мероприятия по нормализации ситуации.

Недропользователь, обеспечивающий население подземными водами, в соответствии с лицензией, должен регулярно с периодичностью раз в квартал (или сезон в зависимости от динамичности химического состава воды) контролировать качество добываемой воды. При низком качестве воды (существовании доказанного риска для здоровья) оптимальным представляется внедрение сертифицированных систем доочистки воды, подобранных оптимально к данному источнику. При этом требуется определить реальные показатели, по которым наблюдается несоответствие нормативам, и рекомендовать основную технологию доочистки.

#### *Роль технического состояния водозаборов подземных вод*

При водоснабжении подземными водами эффективность работы водозабора и качество извлекаемой воды существенно зависят от особенностей работы системы добычи подземных вод, в т. ч. от технического состояния скважин, водоподъемных устройств и других приспособлений, сопутствующих подъему воды на поверхность. Повышение эффективности использования подземных вод предполагает ревизию скважинного хозяйства с сопутствующим ремонтом или тампонажем скважин, находящихся в плохом техническом состоянии. Уменьшение дебита скважины, предназначенной

для водоснабжения, на 50 % от проектного указывает на необходимость ее ремонта, на 70–90 % – на тампонаж [12]. Определенная, но пока недостаточная работа в этом направлении проводится. В Московской области в 2009 г. [4] выполнен ликвидационный тампонаж 17 из 111 выявленных бездействующих скважин, Ярославской области – 32 самоизливающихся скважин, Республике Татарстан – из выявленных бездействующих 207 скважин проведен тампонаж 59 и т. д. Много и не выявленных неэксплуатируемых, а также самоизливающихся скважин. Часто вопросы проведения тампонажа упираются в недостаточное финансирование.

Тампонажу подлежат и скважины, способствующие из-за своего технического состояния смешению кондиционных и некондиционных вод смежных горизонтов, проникновению загрязнений в эксплуатируемый водоносный пласт с поверхности земли и из грунтовых вод. Снижает эффективность использования подземных вод и оказывает неблагоприятное экологическое влияние на окружающую среду техническое состояние современной водораспределительной и водоотводящей систем, которые нуждаются в ремонте, модернизации, применении новых материалов и технологий, в т. ч. при реконструкции и строительстве новых очистных сооружений для сброса сточных и дренажных вод, повышение качества их очистки.

#### *Совершенствование норм водопотребления*

Представляется необходимым и совершенствование норм водопотребления на основе рационального и экономного использования воды. Действующие нормы водопотребления разработаны в 80-е годы прошлого века, когда все водное хозяйство строилось на представлении о неисчерпаемости водных ресурсов. Производство, в т. ч. переработка сельскохозяйственной продукции, в большинстве случаев не использует замкнутые водооборотные системы. Повышение цен за использование водных объектов в качестве приемника сточных вод должно стимулировать в производствах по переработке сельскохозяйственной продукции внедрение замкнутых циклов. Разработка новых норм водопотребления для типовых и специальных технологий должна проводиться с учетом затрат на единицу выпускаемой продукции.

Население сельскохозяйственных районов, так же как и все население России, должно перейти на режим экономного использования воды, не допуская расточительности и бесхозяйственности. Это проблема, требующая решения и создания нормативной базы, регламентирующей водопотребление. Возможно поэтапное решение этого вопроса, когда действующие нормы, установленные СНиП 2.04-01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий» остаются в силе для существующих объектов, а при разработ-



ке проектов строительства новых и реконструкции систем водоснабжения применяют нормативы, заниженные по сравнению с действующими, например, на 5–10 %. Такой подход был использован в Московской области для упорядочения нормативной базы водопотребления и в связи с истощением ресурсов подземных вод, на которых основано 90 % всего водоснабжения. В данном случае на уровне Главы администрации области было принято соответствующее Постановление [13]. Подход оправдал себя и привел к существенной экономии водных ресурсов без негативных последствий для водопользователей. Таким образом, можно временно до разработки новых нормативов осуществлять экономию водных ресурсов, что особенно важно в районах с жестким дефицитом подземных вод.

Рациональность использования водных ресурсов в районах с дефицитом подземных вод может контролироваться применением особых завышенных тарифов на потребление воды для целей, не являющихся жизненно важными, такими как создание индивидуальных бассейнов, фонтанов, саун.

### **Выводы**

Хозяйственно-питьевое водоснабжение сельского населения и объектов АПК испытывает те же проблемы, что и городское водоснабжение. Вместе с тем пути их решения могут быть различны в силу особенностей водоснабжения объектов АПК, связанных с меньшими объемами водопотребления, меньшей разветвленностью водораспределительной и водоотводящей сетей. Помимо использования поверхностных вод весьма перспективным для питьевого водоснабжения, является использование подземных вод. Важную роль в обеспечении эффективности их использования играют факторы, связанные с особенностями эксплуатируемых месторождений подземных вод, их современным состоянием. В связи с тем, что в настоящее время для большого количества месторождений срок действия решений по утверждению запасов истек, для упорядочения добычи подземных вод необходимо в возможно сжатые сроки решить вопрос о переутверждении запасов. В случае изменения природно-техногенных условий за длительный срок эксплуатации месторождений существенным моментом является дополнительное изучение условий формирования запасов, контроль качества подземных вод, проведение аудита месторождения и другие, направленные на обеспечение эффективной эксплуатации водозаборов. Для определения особенностей формирования, обоснования и оценки запасов подземных вод в сложных гидрогеологических условиях, связанных с необходимостью предотвращения загрязнений, управления работой водозаборов в условиях дефицита водных ресурсов, с требованиями учета региональных и локальных особенностей водоотбора, как и в иных случаях, необходимо активное

использование математического моделирования, создание постоянно действующих моделей, хорошо зарекомендовавших себя на практике.

Эффективность работы действующих водозаборов и качество извлекаемой воды во многом зависит от особенностей работы системы добычи подземных вод, в т. ч. от технического состояния скважин. Повышение эффективности использования подземных вод предполагает ревизию скважинного хозяйства с сопутствующим ремонтом или тампонажем скважин, находящихся в плохом техническом состоянии. В модернизации нуждаются водораспределительная и водоотводящая системы. Основным тормозом в решении этих вопросов является недостаточное финансирование.

Рациональная эксплуатация подземных вод предполагает работу водозабора в строгом соответствии с условиями лицензии на право пользования недрами с целью добычи подземных вод и увеличение ответственности за невыполнение лицензионных условий. Важным моментом является соблюдение требований по проведению мониторинга подземных вод на водозаборных сооружениях, а также обеспечение водозаборных узлов при необходимости системами водоочистки и водоподготовки перед подачей вод потребителю. Возможно и решение назревших задач, связанных с аспектами совершенствования организационно-экономического механизма водопользования в АПК. К ним относится изменение норм водопотребления на основе рационального и экономного использования воды, повышение цен за использование водных объектов в качестве приёмника сточных вод, повышение тарифов на потребление воды для целей, не являющихся жизненно важными.

Постепенная осознанная реализация, несомненно, разномасштабных, но необходимых научно-методических, организационных и экономических мер, расширение их перечня с учетом насущных проблем, позволит повысить эффективность использования подземных вод и обеспечить гарантированное водоснабжение сельского населения питьевой водой, снизить риск истощения запасов подземных вод и загрязнения водных объектов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад о состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2009 г. М.: НИИ-Природа, 2010. 288 с.
2. Водная стратегия агропромышленного комплекса России на период до 2020 года. М.: ВНИИА, 2009. 72 с.
3. Мониторинг подземных вод. Сайт федерального агентства по недропользованию «Роснедра». ФГУП «Гидроспецгеология». Центр ГМСН. Режим доступа: [http://www.geomonitoring.ru/mpv\\_about.html](http://www.geomonitoring.ru/mpv_about.html).
4. Государственный доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2009 году. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. 456 с.

5. Палкин С.В., Палкин С.С., Рыбникова Л.С. К вопросу о возможности полного водообеспечения города Екатеринбурга подземными водами // Водное хозяйство России. 2011. № 5. С. 75–88.
6. Федеральный закон. Специальный технический регламент «О питьевой воде и питьевом водоснабжении». Проект. Режим доступа: [www.cntd.ru](http://www.cntd.ru).
7. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2010 году. Режим доступа: [www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=128153](http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=128153).
8. СанПиН 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого водоснабжения. Режим доступа: [http://www.tehbez.ru/Docum/Docum>Show\\_DocumID\\_489.html](http://www.tehbez.ru/Docum/Docum>Show_DocumID_489.html).
9. Федеральный закон «О недрах» от 21.02.92 № 2395-1 (ред. от 7.12.2011). Режим доступа: <http://base.garant.ru/10104313>.
10. Региональная переоценка эксплуатационных запасов пресных подземных вод Центральной части Московского артезианского бассейна (Московский регион). М.: ЗАО «Геолинк Консалтинг»; ФГУП «Геоцентр-Москва»; ЗАО «ГИДЭЖ», 2002.
11. Рыбникова Л.С., Фельдман А.Л., Рыбников П.А. Проблемы инженерной защиты гидросферы при отработке и ликвидации рудников Среднего Урала // Водное хозяйство России. 2011. № 2. С. 58–71.
12. Беляков В.М. Тенденции развития сельскохозяйственного водоснабжения на базе подземных вод // Мелиорация и окружающая среда. Юбилейный сб. науч. трудов. Т. II. М.: ВНИИА, 2004. С. 152–155.
13. Постановление Главной администрации Московской области от 01.07.96 № 298-ПГ «О введении в действие раздела ТСН «Нормы водопотребления населения Московской области». Режим доступа: [http://www.lawrussia.ru/texts/legal\\_836/doc836a332x809.htm](http://www.lawrussia.ru/texts/legal_836/doc836a332x809.htm).

**Сведения об авторах:**

Рыбина Нина Никитична, к. г.-м. н., ведущий научный сотрудник, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова Россельхозакадемии, 127550, Москва, Большая Академическая, 44; e-mail: [nnribina@mail.ru](mailto:nnribina@mail.ru)

Исаева София Давидовна, д. т. н., заведующая отделом, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова Россельхозакадемии, 127550, Москва, Большая Академическая, 44; e-mail: [isaevasofia@gmail.com](mailto:isaevasofia@gmail.com)