

4
НОМЕР

БОНЦ

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ
On-line версия журнала на сайте
<http://www.elmag.uran.ru>

БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН

Cetonia aurata (Linnaeus, 1761)
Золотистая бронзовка
Шовкун Д.Ф.



2019

УЧРЕДИТЕЛЬ
ОРЕНБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УРО РАН

© Коллектив авторов, 2019

УДК 628.132

*А.Я. Гаев^{1,2}, М.Ю. Нестеренко¹, И.В. Куделина², О.А. Капустина¹,
Т.В. Леонтьева²*

НОВЫЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОРЕНБУРЖЬЯ

¹ Оренбургский Федеральный исследовательский центр (Отдел геоэкологии), Оренбург, Россия

² Институт экологических проблем гидросферы при ОГУ, Оренбург, Россия

Низкое качество питьевых вод в связи с полуаридным климатом и урбанизацией территории влияет на заболеваемость населения. Поэтому для решения задач по совершенствованию водного хозяйства путем внедрения новых технологий, поставленных Правительством Оренбургской области, в Отделе геоэкологии ОФИЦ в результате многолетних исследований территории Оренбургской области разработаны технологии, состоящие из двух блоков: 1) аккумуляции паводковых вод водо-накопителями для значительного увеличения продуктивности эксплуатируемых аллювиальных водозаборов и 2) барьерного, позволяющего улучшить качество вод до питьевого. Их внедрение совместно с производственниками позволяет решить задачи, поставленные Правительством области по обеспечению населения водой питьевого качества. С технико-экономических позиций эти сложные задачи возможно решить без крупных затрат на новое водохозяйственное строительство, интенсифицируя работу существующих водозаборов.

Ключевые слова: горнодобывающие районы, водохозяйственные проблемы, барьерные технологии, загрязняющие вещества, восполнение запасов подземных вод.

A.Ya. Gaev^{1,2}, M.Yu. Nesterenko¹, I.V. Kudelina², O.A. Kapustina¹, T.V. Leontieva²

NEW WATER MANAGEMENT TECHNOLOGIES FOR ORENBURG REGION

¹ Orenburg Federal Research Center (Geoecology Department), Orenburg, Russia

² Institute of ecological problems of hydrosphere at OSU, Orenburg, Russia

The low quality of drinking water due to the semi-arid climate and urbanization of the territory caused an increase in the incidence of the population. Therefore, in order to solve the problems of improving water management through the introduction of new technologies set By the government of the Orenburg region, the Geoecology Department of the OFIC as a result of many years of research in the Orenburg region developed technologies consisting of two blocks: 1) accumulation of flood waters by water accumulators to significantly increase the productivity of the operated alluvial water intakes and 2) barrier, which allows to improve the quality of water to drinking. Their introduction together with production workers allows to solve the tasks set By the government of the region to provide the population with drinking water quality. From the technical and economic point of view, these complex problems can be solved without major costs for new water management construction, intensifying the work of existing water intakes.

Key words: mining areas, water management problems, barrier technologies, pollutants, groundwater replenishment.

Введение

Полуаридный климат и высокий уровень техногенной нагрузки горнодобывающих районов Оренбуржья обострили дефицит водных ресурсов питьевого качества. Истощение вод обусловлено преимущественно неравным распределением и потреблением водного стока – территориально и во времени. Хозяйственно-питьевое водоснабжение осуществляется, преимущественно, за счет подрусловых вод, уязвимых к загрязнению и вытесняемых при интенсивном использовании некондиционными водами, проникающими в горизонты пресных вод. Широкое распространение загрязненных и не кондиционных вод фиксируют органы госконтроля, отмечающие так же развитие по этой причине высокой заболеваемости населения, по которой область занимает ведущее место в РФ. Поэтому Правительством области систематически ставятся задачи по внедрению новых водохозяйственных технологий [6], а в ОФИЦ УрО РАН такие технологии разрабатываются, и их уже можно поэтапно начать внедрять совместно с производственными организациями.

Дефицит пресных вод в регионе стимулировал аккумуляцию паводкового стока в водоемах, особенно в самом водо-дефицитном Восточном Оренбуржье (рис. 1).

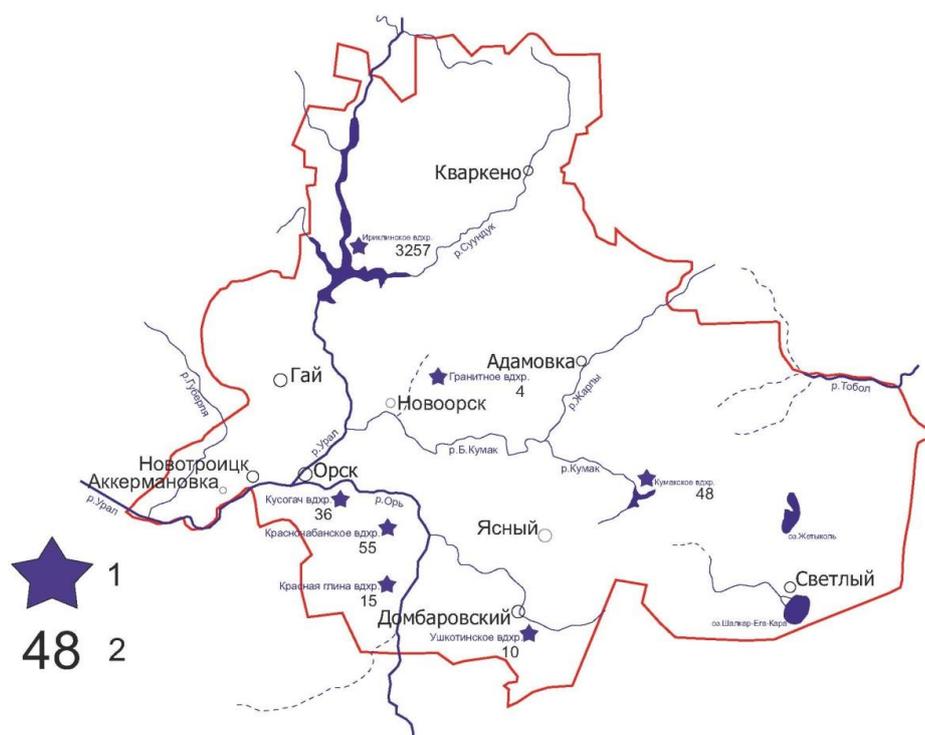


Рис. 1. Водохранилища Восточного Оренбуржья:

1 – водохранилище; 2 – объем воды в водохранилище, млн. м³.

Паводковые воды образуются при таянии снега и характеризуются очень низкой минерализацией и содовым типом. Длительное употребление такой воды при дефиците в ней кальция вызывает у населения болезни сердечно-сосудистой системы. Использование подземных вод региона с повышенной минерализацией и жесткостью, что обусловлено приуроченностью его к зоне недостаточного увлажнения с реликтами морского солевого комплекса во вмещающих породах, вызывает болезни почек, печени и других внутренних органов. Об этом сказано в государственном докладе «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Оренбургской области в 2016 году» [6]. Превышения показателя жесткости отмечены в Кваркенском, Адамовском районах и г. Орске (от 10-12 до 20 мг-экв/л при ПДК в 6 мг-экв/л). В подземных водах так же повышены минерализация, содержания железа, хлоридов, сульфатов, марганца; железо, особенно, повышено в питьевых водах Ясненского городского округа и сельских поселений около г. Орска. В водах сельских пунктов повышены так же содержания нитратов из-за наличия выгребов фильтрующего типа и животноводческих построек.

Длительное употребление такой питьевой воды увеличивает заболеваемость органов пищеварения, эндокринной системы, кровообращения, мочевыводящих путей. Главной причиной такой ситуации считается низкий уровень внедрения современных технологий. Сделан вывод, что «Актуальной проблемой... остается обеспечение населения доброкачественной питьевой водой, от решения которой зависит дальнейшее улучшение санитарно-эпидемиологического благополучия» [6, с 238].

Техногенная трансформация природных вод в Оренбуржье и сопредельных регионах обусловлена разработкой разнообразных полезных ископаемых и несовершенством технологий. Большинство сточных вод с не консервативными загрязняющими компонентами поддается утилизации и очистке механическими и физико-химическими методами. Осложняют ситуацию сточные воды, не поддающиеся экономически обоснованной очистке. Они наносят экологический ущерб в периоды засухи и межени.

Для предотвращения негативных процессов истощения и загрязнения природных вод, используемых в водном хозяйстве, нами предлагается повсеместно в области и на сопредельных территориях применять новые технологии по искусственному восполнению запасов подземных вод, совмещая их с оригинальными барьерными технологиями, которые включают применение

комплексных гидродинамических и геохимических барьеров. Задачи внедрения этих технологий сводятся к более эффективной эксплуатации действующих аллювиальных водозаборов, что позволяет отказаться от строительства все новых и новых водозаборов, на создание которых не обоснованно тратятся огромные средства, и наносится большой вред геологической среде.

Наряду с экономическим эффектом от внедрения предлагаемых технологий достигается рост производительности водозаборов и улучшается качество вод, а главное заключается в возможности стабильного обеспечения населения водой питьевого качества за счет существующих водозаборов.

О ситуации в водном хозяйстве. В послевоенный период интенсивность воздействия горнодобывающих предприятий на природные воды оренбургского региона возросла, поскольку область является одной из крупнейших минерально-сырьевых баз страны. Стремительно растет дефицит водных ресурсов из-за очень большой плотности инженерной инфраструктуры. Проблемы водного хозяйства обострились и превратились в первоочередные [1, 8]. К тому же продолжает усиливаться рост неравномерности водного стока с ухудшением экологической ситуации.

Главные реки регионов являются транзитными. В кратковременный период половодья они сбрасывают 80-96 % своего стока [2, 5, 15]. Основное водохозяйственное значение имеет Уральский макро-бассейн стока, включающий ряд мезобассейнов. В летний и зимний меженные периоды уровень вод в них резко снижается. Поэтому, как и в других регионах мира возникла необходимость перехода к управлению водными ресурсами и более планомерного их использования [14]. В первую очередь следует реализовать новые водохозяйственные технологии восполнения запасов вод аллювиальных водозаборов в Оренбургской городской агломерации, учитывая взаимосвязь подземных и поверхностных вод [9-11].

Гидрогеологические условия Оренбуржья и сопредельных регионов. Исследуемая территория приурочена к горно-складчатым районам Урала, Предуральскому прогибу и платформе. Артезианские бассейны платформы и прогиба содержат воды порового типа с классами порово-трещинных, трещинно-поровых, трещинных и трещинно-карстовых вод [4, 5]. На платформе и в прогибе зона пресных вод имеет мощность от 3-10 м по левобережью Урала до 200 м по правобережью. Глубже пресные воды плавают на рессолах. Уровень грунтовых вод изменяется от 2-12 м в долинах рек, до 20-50 м

на водоразделах. Мощность аллювиального водоносного горизонта, имеющего основное водохозяйственное значение, достигает 30 м. Он гидравлически взаимосвязан с речными водами. В пределах платформы он сложен песками и галечниками, частично перекрытыми суглинками и глинами. Ширина долины Урала, имеющей до 5 надпойменных террас, достигает 18 км [6]. Групповые водозаборы обеспечивают до 3 тыс. м³/сут., а скважина – 50-100 л/с.

Водоносность коллекторов кор выветривания практически не исследована, и нами сделана попытка их прогнозной оценки (рис. 2). Левобережный приток р. Урал в горно-складчатой части – р. Кумак с притоками Карабутак, Киембаи и Славенка и правобережные р. Орь весной разливаются, а летом превращаются в мелкие водотоки и плесы.

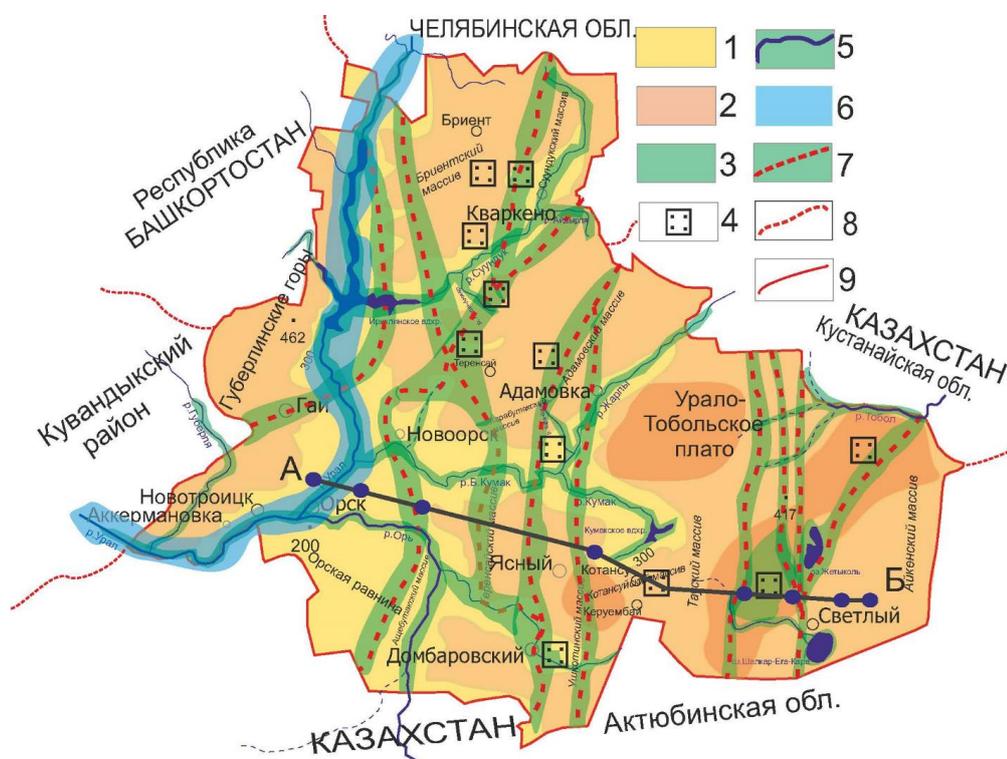


Рис. 2. Схематическая прогнозная оценка водоносности мезозойской коры выветривания исследуемой территории (составили А.Я. Гаев и Т.В. Леонтьева с использованием данных [7]).

Обозначения: Мощность коры в метрах: 1 – до 10; 2 – 10-30; 3 – 30-> 50. Водоносность коры: 4 – площадного типа, не изучена; 5 – от слабой до умеренной в под русловых отложениях притоков и палео притоков р. Урал; 6 – повышенная в подрусловых отложениях долины р. Урал; 7 – прогнозируемая, как существенная, в водоносных трещинных зонах неотектонически обновленных дизъюнктивных нарушений земной коры. Границы: 8 – субъектов РФ и Казахстана; 9 – территории исследований.

Под четвертичными отложениями долины залегают соли и гипсы кунгурского возраста, образующие соляные купола. Восточная часть региона

представлена пенеппенизированными горно-складчатыми сооружениями Южного Урала, сложенными магматическими, метаморфическими, осадочными и вулканогенно-осадочными породами. В течение мезозоя и кайнозоя горные сооружения превратились в возвышенную, широкую, волнистую равнину с холмами и отдельными останцами, лишенную на склонах долин лесных насаждений. Кустарники и одиночные деревья сохранились лишь по берегам рек. В мезозое был субтропический климат благоприятный для корабления [7].

Техногенная трансформация подземных вод происходит под влиянием технологий разработки месторождений полезных ископаемых и переработки добываемого сырья: рудного, нефтегазового и пр. [4, 6, 8]. Большие объемы вод используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения, промышленными предприятиями и сельским хозяйством. В подземные воды питьевого качества нередко попадают некондиционные воды и рассолы глубоких горизонтов, проникающие в грунтовые воды из-за не герметичности скважин или из-за утечек сточных вод из наземных сооружений, что фиксируется системами мониторинга.

В нефтегазоносной части Оренбургской области нефтегазопромыслы извлекают из недр многие тысячи кубометров некондиционных вод и рассолов, которые не поддаются эффективной очистке. Причем под влиянием экономических факторов извлечение вод нередко производится из верхних водоносных горизонтов, расположенных ниже водоносных горизонтов, используемых для хозяйственного и питьевого водоснабжения. Однако снижение пластового давления в разрабатываемых горизонтах приводит к снижению уровня вод в вышележащих водоносных горизонтах и существенному снижению эффективности действующих водозаборов. Извлеченные некондиционные воды и рассолы чаще всего локализируются путем закачки в нагнетательные скважины в более глубокие нефтегазоносные горизонты для реализации технологии поддержания пластового давления при добыче УВ-сырья. Более 20 млн. м³/год таких вод закачивается на нефтегазопромыслах в нагнетательные скважины для поддержания пластового давления в Оренбургской области [1, 21].

Обустроены и эксплуатируются специальные полигоны для подземного захоронения трудно очищаемых сточных вод. Например, на предприятиях Оренбургского нефтегазового комплекса трудно очищаемые сточные воды за-

качиваются в трещинно-карстовые коллекторы поглощающих горизонтов ви-зейско-башкирского карбонатного комплекса, содержащего крепкие рассолы.

Методы локализации трудно очищаемых сточных вод. Метод подземного захоронения таких вод является далеко не идеальным способом, но он позволяет защитить пресные воды от загрязнения на определенный период, достаточный, чтобы выиграть время для разработки более совершенных способов их защиты. Трудно очищаемые сточные воды по объему не превышают 3% от общего их количества. Большинство сточных вод содержит не консервативные компоненты-загрязнители, которые поддаются эффективным методам очистки: механическим – путем отстоя и фильтрации, биологическим, физико-химическим и безреагентным [11, 12].

В отделе геоэкологии ОФИЦ УрО РАН, как уже отмечено выше, разрабатываются новые технологии. Основоположником геохимических барьеров является А.И. Перельман. Они получили широкое распространение как высокоэффективные. Нами разрабатываются комплексные барьерные технологии, включающие, наряду с геохимическими, гидродинамические барьеры, теоретически обоснованные В.Д. Бабушкиным [2, 6, 8].

Первые наши разработки комплексных барьерных технологий были ориентированы на защиту аллювиальных водозаборов от загрязнения, поступающего с водосборной площади. В настоящее время эти разработки дополнены мерами защиты от загрязнения, проникшего в водоем, что характерно для региона. В числе загрязняющих веществ распространены хлориды, сульфаты, взвешенные частицы, нефтепродукты, органические вещества, фенолы, тяжелые металлы. Они извлекаются и локализуются комплексными барьерами.

Однако основной технологией, стабилизирующей водохозяйственное производство, служит технология восполнения запасов аллювиальных водозаборов за счет частичной аккумуляции паводковых вод. Это наиболее эффективная технология по борьбе с истощением водных ресурсов в условиях нарастающей неравномерности водного стока. Суть ее заключается в частичной аккумуляции паводковых вод небольшими плотинами высотой порядка 3 метров. В меженный период эти воды, фильтруясь, подпитывают водоносный горизонт, обеспечивая население водой питьевого качества. Именно в этот период не только уменьшается производительность водозаборов, но и резко ухудшается качество питьевых вод, вызывая рост заболеваемости людей. Поэтому внедрение этой технологии снизит уровень заболеваемости

населения. Внедрение ее во многих странах привело к некоторой стабилизации водного стока в полуаридных, аридных и урбанизированных районах, снижению негативных геодинамических процессов и, главное, к улучшению состояния здоровья населения. В этих районах расширились так же возможности мелиорации земель и озеленения территории. Предлагаемые технологии могут обеспечить получение вод питьевого качества в горнодобывающих районах с большим количеством источников загрязнения. Для этих районов нами рекомендуется применять комплексную технологию, включающую наряду с блоком по восполнению запасов подземных вод, оригинальные гидродинамические и геохимические барьеры. Эти совмещенные технологические решения являются принципиально новыми как в отечественной, так и зарубежной практике.

В периоды межени истощаются водные ресурсы водозаборов, и одновременно ухудшается качество природных вод. Это зафиксировано госконтролем и режимными наблюдениями. Качество вод ухудшается по минерализации, жесткости, сульфатам, хлоридам, соединениям железа, марганца, тяжелых металлов и пр. ПДК превышает в 1÷10 раз. Например, в Оренбургской городской агломерации чрезмерная техногенная нагрузка с истощением и загрязнением аллювиального водоносного горизонта обусловлена наличием более тысячи источников загрязнения и эксплуатацией 12 централизованных, 40 ведомственных водозаборов, и более 80 тыс. скважин и колодцев в частном секторе и садах-огородах [1, 10, 11].

Технология восполнения запасов подземных вод за рубежом и в СНГ дала хорошие результаты [13], например, в Шотландии, в г. Тулузы (Франция). Она апробирована во многих странах, в том числе в бывшем СССР, ФРГ, Нидерландах, США, а также в России (Краснодарский край, Дагестан и др.) [13, 16-20]. Различают разновидности этой технологии: 1) непосредственно у водозабора; 2) на участке планируемого водозабора и 3) около водоемов, где не целенаправленно происходят утечки вод в водоносный горизонт. Нами эти технологии разрабатываются для условий Оренбургской области.

О внедрении технологии восполнения запасов подземных вод в Оренбургской области. С технико-экономических позиций в условиях Оренбуржья наиболее целесообразно восполнять запасы вод на водозаборах эксплуатируемых. Подпором воды на Урале всего на 2-3 м можно использо-

вать подъем уровня воды в скважинах для стабилизации работы водозаборов. Так, водозаборы Оренбургской агломерации, расположенные в пойме р. Урала, тянутся вдоль реки более чем на 120 км. Каскадом небольших плотин можно частично аккумулировать паводковые воды и восполнить запасы водных ресурсов эксплуатируемых водозаборов в засушливый период времени, что обеспечит агломерацию водой питьевого качества.

В летнюю межень к водозабору подтягиваются некондиционные воды, а в паводок качество вод улучшается. При значительных колебаниях уровня вод в скважинах усиливается их кольматация вплоть до выхода скважин из строя. Восполнение запасов предотвращает это, и наши исследования позволяют прогнозировать рост продуктивности водозабора, достаточный для перспективного развития территории.

Поэтапное создание водоемов-накопителей для аккумуляции вод в паводки стабилизирует производительность и режим работы скважин, улучшив качество вод. По формуле Дарси количество воды (Q в м³/сут), поступающей к водозаборной скважине за единицу времени, пропорционально коэффициенту фильтрации (K_f , м/сут), площади поперечного сечения породы (F в м²) и гидравлическому градиенту $I = \Delta h/L$:

$$Q = K_f \cdot F \cdot \frac{\Delta h}{L} = K_f \cdot F \cdot I, \quad (1)$$

В р. Урал на оренбургском водозаборе в межень при мощности водоносного горизонта $h_1 = 6,8$ м, ширине водозабора 2500 м, отметках гидроизогипс на водозаборе $H_1 = 85,3$ м и $H_2 = 84,5$ м и расстоянии между гидроизогипсами $L = 600$ м, $K_f = 422,0$ м/сут, дебит скважины составил 1200 м³/сут., что подтверждено результатами длительной эксплуатации [3]. Длина ряда скважин $\ell = 2260$ м, расстояние от ряда скважин до контура постоянного напора $L = 68$ м; расстояние между скв. $\lambda = 108$ м, радиус скважины $r = 0,15$ м, уклон потока $I = 0,0013$, допустимое понижение уровня $S_{\text{доп}} = 2,1$ м. После подпора вод в реке дебит скважины, рассчитанный по Дюпюи – Форхгеймеру, возрастет почти в 2 раза, благодаря увеличению мощности пласта ($h_2 = 9,8$ м), и составит 2057 м³/сут.

Таким образом, задача увеличения продуктивности водозаборов достигается путем подпора воды в реке всего на 3 м, что значительно увеличивает

производительность водозаборных скважин и отпадает необходимость строительства новых водозаборов.

Для защиты водозабора от загрязнения разработано «Устройство барьерного типа при искусственном восполнении запасов подземных вод». В разработанной нами оригинальной барьерной технологии работают гидродинамический и геохимический барьеры. Геохимический барьер формируется за счет самоочищающей способности блока пород коллектора, который периодически осушается и насыщается водой при изменениях ее уровня. Работает и стенка из адсорбционного материала. Оба эти элемента барьера удаляют из вод взвешенные частицы и не консервативные химические вещества. Гидродинамический барьер формируется на границе депрессионных воронок водозаборной и дренажной скважин. Высокий динамический уровень между этими воронками препятствует поступлению загрязняющих веществ с водозабора [2]. Впервые выполнено совмещение двух технологий: восполнения запасов подземных вод и предотвращения их загрязнения при помощи барьерных технологий.

Заключение

По результатам многолетних гидрогеологических исследований территории Оренбургской области разработаны технологии, позволяющие увеличить продуктивность аллювиальных водозаборов и улучшить питьевые качества вод, что позволяет решить задачи, поставленные Правительством области по обеспечению населения водой питьевого качества.

С технико-экономических позиций эти сложные задачи возможно решить без крупных затрат на новое водохозяйственное строительство, интенсифицируя работу существующих водозаборов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналитический обзор состояния недр территории Оренбургской области за 2010-2014 гг.: Вып. 2 /АО «Компания ВОТЕМИРО» Оренбургский территориальный центр гос. мониторинга геол. среды. Оренбург, 2015. 167 с.
2. Бабушкин В.Д., Гаев А.Я., Гацков В.Г. и др. Научно-методические основы защиты от загрязнения водозаборов хозяйственно-питьевого назначения. Пермь, 2003. 267 с.
3. Бакторова Н.И., Колтунова О.Ф. Геологоразведочные работы с подсчетом эксплуатационных запасов подземных вод на участке водозабора «Ивановский» (на 01.10.2008 г). Книга 1. Оренбург: ОАО «Компания Вотемиро», 2009. 152 с.
4. Гаев А.Я., Куделина И.В., Маликова О.Н. О защите водозаборов хозяйственно-питьевого назначения на примере г. Оренбурга. Регион. пробл. водопользования в изменяющихся климатич. условиях: Мат. МНПК / Под ред. А.М. Гареева. Уфа: Аэтерна, 2014: 277-280.
5. Гидрогеология СССР. Т. 43. Оренбургская обл. / Под. ред. Е.И. Токмачева. М.: Недра,

1972. 272 с.
6. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Оренбургской области в 2018 году». Упр. Фед. службы по надзору в сфере защиты прав потребителей. Оренбург, 2019. 241 с.
 7. Гуцаки В.А., Гудошников В.В. Кора выветривания Орского Зауралья. Саратов: НИИ геологии при госун-те. 1963. 281 с.
 8. Доклады о состоянии окружающей природной среды Оренбургской области в 1994-2016 гг. Оренбург, 2017.
 9. Ковалевский В.С. Комбинированное использование ресурсов поверхностных и подземных вод. М.: Научный мир, 2001. 332 с.
 10. Куделина И.В. О возможности стабилизировать режим работы водозаборов Оренбургской городской агломерации. Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2018. № 2: 68-72.
 11. Куделина И.В. Пути стабилизации режима аллювиальных водозаборов в условиях полупустынного климата. Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2018. № 2: 82-86.
 12. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1989. 528 с.
 13. Плотников Н.И., Плотников Н.А., Сычев К.И. Гидрогеологические основы искусственного восполнения запасов подземных вод. М.: Недра, 1978. 311 с.
 14. Зекцер И.С., Каримова О.А., Четверикова А.В. Ресурсы пресных подземных вод России и их использование в чрезвычайных ситуациях. Водные ресурсы. 2015. Т. 42, № 4: 351-366.
 15. Сивохиц Ж.Т. Анализ эколого-гидрологической специфики трансграничного бассейна р. Урал в связи с регулированием стока. Вестник ВГУ. Серия: Геогр. Геоэкология. 2014. № 3: 87-94.
 16. Перельман А.И., Борисенко Е.Н. и др. Техногенные геохимические барьеры. В кн.: Геохимия техногенных процессов. М.: Наука, 1990: 14-16.
 17. Jódar-Abellán A., Albaladejo-García J.A., Prats-Rico D. Artificial groundwater recharge. review of the current knowledge of the technique. In: Revista de la Sociedad Geológica de España 2017. 30 (1): 85-96.
 18. Milićević D., Trajković S., Gocić M. Применение макробиологических методов в очистке сточных вод населенных пунктов, биологической очистке сточных вод и рекуперации ресурсов. 2017. March 29th (URL: <https://www.intechopen.com/books/biological-wastewater-treatment-and-resource-recovery/application-of-macrobiological-methods-in-the-settlement-wastewater-treatment>) DOI: 10.5772/65369.
 19. Mukherjee D. A Review on Artificial Groundwater Recharge in India. SSRG International Journal of Civil Engineering (SSRG – IJCE). 2016. 3 (1). 57-62.
 20. Voudouris K. Artificial recharge via Boreholes Using Treated Wastewater. Possibilities and Prospects. Water. 2011. 3: 964-975.
 21. Нестеренко М.Ю. Нестеренко Ю.М., Соколов А.Г. Геодинамические процессы в разрабатываемых месторождениях углеводородов (на примере Южного Предуралья). Екатеринбург: ОНЦ УрО РАН, 2015. 186с.

Поступила 30 ноября 2019 г.

(Контактная информация: Гаев Аркадий Яковлевич – д.г.-м.н., директор института экологических проблем гидросферы при ОГУ; адрес: 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13; тел. 8(905) 8167497; E-mail: gayev@mail.ru;

Нестеренко Максим Юрьевич – д.г.-м.н., заведующий отделом геоэкологии ОФИЦ УрО РАН; адрес: 460014, г. Оренбург, Набережная, 29; тел. 8(961)9478100; E-mail: n_mu@mail.ru;

Куделина Инна Витальевна – старший преподаватель кафедры геологии, геодезии и кадастра, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13;

Капустина Оксана Александровна – к.т.н., старший научный сотрудник отдела геоэкологии ОФИЦ УрО РАН; адрес: 460014, г. Оренбург, Набережная, 29; тел. 8(922)6290894, E-mail: onica1@yandex.ru;

Леонтьева Татьяна Васильевна – старший преподаватель кафедры геологии, геодезии и кадастра; адрес: 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13)

LITERATURA

1. An analytical review of the state of the subsoil of the territory of the Orenburg region for 2010-2014: Iss. 2 / JSC "Company VOTEMIRO" Orenburg Territorial Center gos. monitoring geol. Wednesday. Orenburg, 2015.167 s.
2. Babushkin V.D., Gaev A.Ya., Gatskov V.G. etc. Scientific and methodological foundations of protection against pollution of water intakes for drinking and drinking purposes. Perm, 2003.267 s.
3. Bactorova N.I., Koltunova O.F. Exploration work with the calculation of the operational reserves of groundwater at the Ivanovsky water intake site (as of October 1, 2008). Book 1. Orenburg: OJSC Votemiro Company, 2009. 152 p.
4. Gaev A.Ya., Kudelina I.V., Malikova O.N. On the protection of water intakes for the example of the city of Orenburg. Region. prob. water use in a changing climate conditions: Mat. MNPK / Ed. A.M. Gareeva. Ufa: Aeterna, 2014: 277-280.
5. Hydrogeology of the USSR. T. 43. Orenburg region / Under. ed. E.I. Tokmachev. M.: Nedra, 1972.272 p.
6. State report "On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Orenburg region in 2018". Control Fed. Consumer Protection Supervision Services. Orenburg, 2019.241 s.
7. Gutsaki V. A., Gudoshnikov V. V. The weathering crust of the Orsk Trans-Urals. Saratov: Research Institute of Geology at the State University. 1963.281 s.
8. Reports on the state of the environment of the Orenburg region in 1994-2016. Orenburg, 2017.
9. Kovalevsky V.S. Combined use of surface and underground water resources. M.: Scientific World, 2001.332 s.
10. Kudelina I.V. About the possibility of stabilizing the operation of water intakes of the Orenburg city agglomeration. Science, new technologies and innovations of Kyrgyzstan. 2018.No 2: 68-72.
11. Kudelina I.V. Ways of stabilizing the regime of alluvial water intakes in a semi-larid climate. Science, new technologies and innovations of Kyrgyzstan. 2018.No 2: 82-86.
12. Perelman A.I. Geochemistry. M.: Higher School, 1989.528 s.
13. Plotnikov N.I., Plotnikov N.A., Sychev K.I. Hydrogeological basis of artificial replenishment of groundwater reserves. M.: Nedra, 1978. 311 p.
14. Zektser I.S., Karimova O.A., Chetverikova A.V. Resources of fresh underground waters of Russia and their use in emergency situations. Water resources. 2015.Vol. 42, No. 4: 351-366.
15. Sivokhip J.T. Analysis of the ecological and hydrological specifics of the transboundary river basin. Urals in connection with the regulation of runoff. Bulletin of the Voronezh State University. Series: Geogr. Geoecology. 2014. No. 3: 87-94.
16. Perelman A.I., Borisenko E.N. and others. Technogenic geochemical barriers. In the book: Geochemistry of technogenic processes. M.: Nauka, 1990: 14-16.
17. Jódar-Abellán A., Albaladejo-García J.A., Prats-Rico D. Artificial groundwater recharge. review of the current knowledge of the technique. In: Revista de la Sociedad Geológica de España 2017.30 (1): 85-96.
18. Milićević D., Trajković S., Gocić M. Application of macrobiological methods in wastewater treatment of settlements, biological wastewater treatment and recovery of resources. 2017. March 29th (URL: <https://www.intechopen.com/books/biological-wastewater-treatment->

and-resource-recovery/application-of-microbiological-methods-in-the-settlement-wastewater-treatment) DOI : 10.5772 / 65369.

19. Mukherjee D. A Review on Artificial Groundwater Recharge in India. SSRG International Journal of Civil Engineering (SSRG - IJCE). 2016.3 (1). 57-62.
20. Voudouris K. Artificial recharge via Boreholes Using Treated Wastewater. Possibilities and Prospects. Water. 2011.3: 964-975.
21. Nesterenko M.Yu. Nesterenko Yu.M., Sokolov A.G. Geodynamic processes in the developed hydrocarbon deposits (on the example of the South Urals). Yekaterinburg: ONC UB RAS, 2015.186p.

Образец ссылки на статью:

Гаев А.Я., Нестеренко М.Ю., Куделина И.В., Капустина О.А., Леонтьева Т.В. Новые водохозяйственные технологии для Оренбуржья.. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2019. 4. 12с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2019-4/Articles/GAY-2019-4.pdf>) DOI: **10.24411/2304-9081-2019-15020**.