

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

УДК 556.3:502.175

О задачах исследований водных ресурсов Оренбуржья и сопредельных районов

И.В. Куделина

Институт экологических проблем гидросферы при ОГУ
460018, Оренбург, пр. Победы, 13. E-mail kudelina.inna@mail.ru

(Статья поступила в редакцию 20 декабря 2021 г.)

Оренбургская область является одним из ведущих горнодобывающих регионов страны. Гидрогеологические исследования проводятся в комплексе с поисково-разведочными работами на месторождениях различных полезных ископаемых: черных, цветных, благородных и редких металлов, залежей нефти, газа, каменного, бурого угля и др. Ежегодно растут масштабы водопотребления на хозяйственно-питьевое, техническое водоснабжение, для ирригационно-мелиоративных и бальнеологических целей. В условиях водного дефицита большое значение приобретают проблемы обеспечения населения водой питьевого качества, решение вопросов технического водоснабжения и ирригационно-мелиоративных работ. Для внедрения новых водохозяйственных технологий необходимы более глубокие региональные и детальные гидрогеологические исследования.

Ключевые слова: *Оренбургская область, горнодобывающий регион, восполнение запасов, питьевые воды, действующие водозаборы.*

DOI: 10.17072/psu.geol.21.2.97

Введение

Развитие горнодобывающих работ на разные полезные ископаемые, особенно на нефть и газ в платформенной части области (рис. 1), усиливает значение гидрогеологических работ и методов исследования, которые проникают в новые технологии и виды производственной деятельности. Они используются при изучении процессов вторичного минералообразования, регионального метаморфизма, литогенеза, катагенеза и корообразования. В планах социально-экономического развития области все большее значение приобретают работы по обеспечению населения водами питьевого качества, дефицит которых стремительно растет. Борьба с истощением и загрязнением природных вод выдвинута сегодня Правительством РФ и Правительством области в числе важнейших народнохозяйственных задач по внедрению новых технологий, включая, прежде всего, водохозяйственные (Постановление..., 2013; Постановление..., 2013; Приложение..., 2018).

В связи с этим требуются более глубокие региональные и детальные гидрогеологические исследования. Необходимость и значение их с каждым годом возрастает.

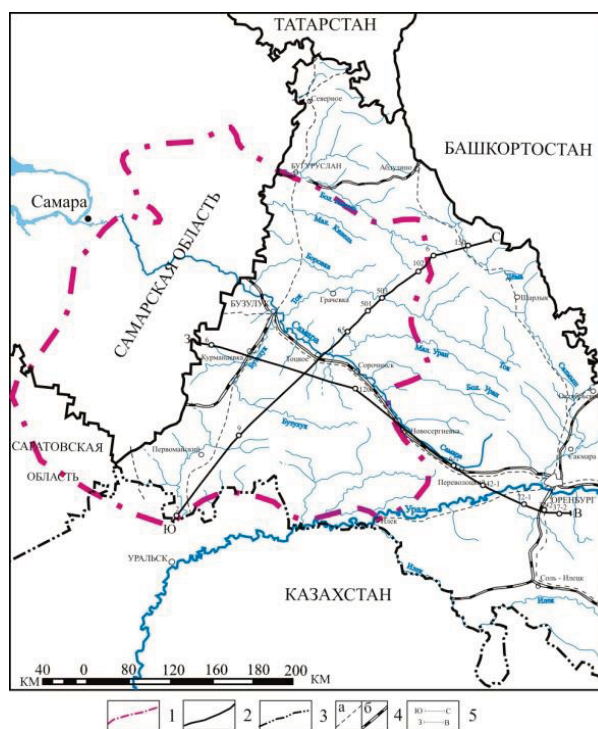


Рис. 1. Обзорная карта платформенного Оренбуржья. Границы: 1 – наиболее перспективной на нефть и газ территории в пределах Бузулукской впадины; 2 – Оренбуржья с регионами России; 3 – Казахстана; 4 – дороги: а – шоссейная, б – железная; 5 – субширотный гидрогеологический профиль с глубокими скважинами

Материалы и методы исследования

По теме данной работы выполнены полевые маршрутные исследования и собраны литературные и фондовые материалы. Выполнена систематизация, аналитическая и картографическая обработка с оценкой и характеристикой процессов формирования водных ресурсов и зон их сосредоточения.

Для решения задачи по выявлению роли различных факторов при разработке теоретических и научно-методических основ формирования и рационального хозяйственного использования подземных и поверхностных вод, а также по уточнению прогнозной оценки развития негативных геодинамических процессов проведены следующие исследования:

1) уточнены условия формирования водных ресурсов подземной гидросферы региона при ее взаимодействии с другими геосферами в условиях техногенеза;

2) выявлены закономерности формирования подземных вод под влиянием естественных и техногенных факторов, которые превращаются в процессе восполнения их запасов в управляемые по качеству, контролируемые и прогнозируемые. Обоснована возможность восполнять запасы водозаборов путем частичной аккумуляции паводковых вод, защищая их от загрязнения за счет сорбции и ионного обмена в процессе фильтрации через вмещающие породы;

3) осуществлено гидрогеологическое районирование региона на основе принципа генерализованной гидрогеологической конструкции каждого района, обладающего общностью вертикальной гидрогеологической зональности и высотной поясности, которые отражают коренное отличие каждого района;

4) обобщены материалы и охарактеризованы данные по макро- и микроэлементам в подземных и поверхностных водах региона и каждого района, выявлены важнейшие тенденции формирования инфильтрационных, седиментационных и глубинных термальных подземных вод в естественных и техногенных условиях. Особое внимание уделено площадям интенсивного хозяйственного преобразования при разработке минеральных ресурсов, подземном строительстве, комплексном сельскохозяйственном и промышленном освоении территории с оценкой геологической деятельности вод;

5) охарактеризованы процессы рассеяния, локализации компонентов химического состава вод с помощью барьерных технологий, а также определен тип территории по устойчивости к загрязнению;

6) разработаны мероприятия по переходу к управлению качеством природных вод и их ресурсами на основе системы мониторинга с учетом результатов экспериментальных и натуральных исследований системы вода – горная порода – газ – живое вещество.

Результаты и обсуждение

Объектом исследований являются зоны сосредоточения подземных вод Оренбургской области и сопредельных районов с естественными и техногенными факторами формирования. С этой целью собраны, систематизированы и обобщены материалы по методам аналитической и картографической оценки процессов формирования подземных вод и зон их миграции, сосредоточения и геологической деятельности. Собраны и обобщены данные по лабораторным, экспериментальным, промысловым, геолого-геофизическим и расчётно-графическим методам, по физико-химическим анализам проб подземных, поверхностных, сточных вод и рассолов из фондовых и литературных источников. Выявлены и картографированы источники загрязнения водных объектов и окружающей среды: промышленные, нефтегазодобывающие, энергетические, сельскохозяйственные предприятия, транспортные, бытовые объекты и др., под влиянием которых природные воды наиболее уязвимы к загрязнению (рис. 2) (Куделина, 2018).

Обоснованы положения о единой водонапорной системе с четырьмя гидродинамическими этажами как результатом естественно-исторического развития планеты с многократной перестройкой структурно-гидрогеологического плана (рис. 3) (Куделина, 2019). Два этажа сформировались в осадочном чехле: а) в зоне активного водообмена и регионального стока; б) в зоне с затрудненным и весьма затрудненным водообменом; в) третий этаж приурочен к кристаллическому фундаменту с подошвой у границы Конрада, с преобладанием трещинных гравитационных вод; г) четвертый этаж расположен ниже

границы Конрада до глубин 700–900 км с преобладанием вод в надкритическом состоянии. Под влиянием космических и внутриземных сил этаж испытывает дизъюнктивные дислокации. Так как давление носит пульсирующий характер в связи с проявлением напряжений в процессе орбитального движения планеты и ее взаимодействия с другими космическими объектами, при раскрытии трещин с кратковременным падением давления воды из надкритического переходят в гравитационное состояние. Плотность их уменьшается, а объем возрастает в 1,5 раза. Формируются зоны высокого давления, возрастающего также за счет формирования газов. Эти эффекты характерны для глубин до 700–900 км. Так формируются очаги разрушительных землетрясений. В горно-складчатых районах толчки более значительны по силе, чем на платформе Южного Предуралья. Выше границы Конрада силы подземных взрывов несколько слабеют.

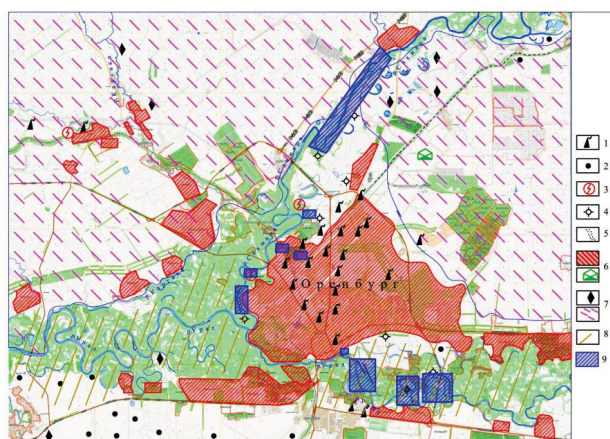


Рис. 2. Источники загрязнения природных вод и окружающей среды Оренбургской городской агломерации: 1 – промышленные объекты; 2 – геотехнологические источники; 3 – энергетические объекты; 4 – водохозяйственные; 5 – транспортные; 6 – бытовые; 7 – сельскохозяйственные; 8 – рекреационные; 9 – водозаборные сооружения

Выполнены гидрогеологические построения платформенной части исследуемой территории (рис. 4), отражающие блочный характер ее строения и формирования гидродинамических параметров вод (Бабушкин и др., 2003; Гаев и др., 2013).

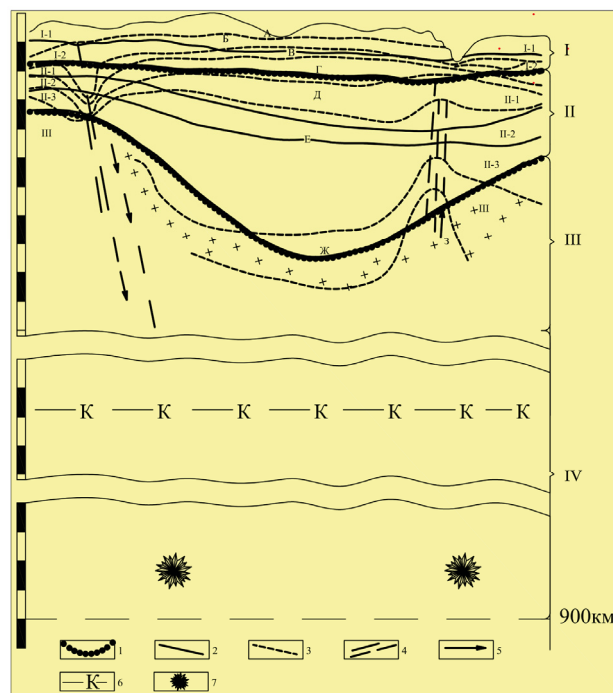


Рис. 3. Схема строения гидросферы Предуралья. Гидродинамические этажи: I – верхний с активным водообменом и региональным стоком; II – нижний с весьма затрудненным водообменом; III – трещинных, гравитационных вод земной коры и верхней мантии до границы Конрада; IV – флюидов в надкритическом состоянии. Гидрогеологические этажи: I-1 – местного стока из отложений MZ-KZ; 1-2 – стока из отложений P₂₋₃; II-1 – из бассейнов московско-кунгурского комплекса пород; II-2 – франко-верейского и II-3 – протерозойско-кыновского комплекса. Зоны гидрогенеза: А – карбонатного, Б – сульфатного, В – сульфатно-хлоридного, хлоридно-сульфатного и Г – хлоридного. Зоны гидрогалогенеза: Д – максимального, Е – равновесного и Ж – унаследованного. З – Зона гидрометагенеза в пределах III и IV этажей

Глубинные тектонические нарушения оказывают влияние на сеть поверхностного и подземного стока и на взаимодействие седиментационных, инфильтрационных и гидротермальных вод, формируя гидроаномалии (Соколов, 2018).

В процессе проведенного исследования выделены районы, отличающиеся по защищенности от загрязнения (рис. 5). Эти построения рекомендуется использовать при планировании развития производительных сил и при локализации загрязняющих веществ.

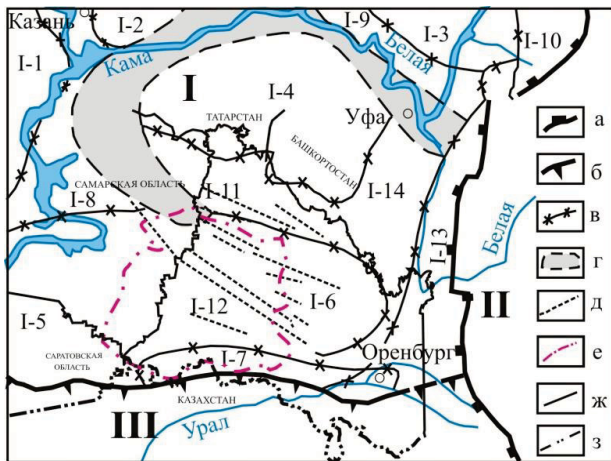


Рис. 4. Строение нижнего гидродинамического этажа осадочного чехла с зонами сосредоточения рассолов в платформенной части Оренбуржья, по А.Я. Гаеву с дополнениями автора. Границы: а – обновленных трещинных зон и структур платформы с Уральской складчатой областью (II); б – бассейнов Волго-Камского (I) и Прикастийского (III); в – структур более высокого порядка; г – Камско-Кинельской системы прогибов; д – прогнозируемых неотектонических нарушений на продолжении этой системы прогибов в результате поднятия Общего сырта; е – Бузулукской впадины; ж – регионов России; з – с Казахстаном. Своды: I-1 – Токмовский, I-2 – Кукморский, I-3 – Башкирский, I-4 – Альметьевско-Белебеевский, I-5 – Жигулевско-Пугачевский, I-6 – Оренбургский, I-7 – Прикастийский Прибортовой. Прогибы и впадины более высокого порядка: I-8 – Мелекесский, I-9 – Благовещенский, I-10 – Юрюзано-Сылвенский, I-11 – Серноводско-Абдуллинский, I-12 – Бузулукский, I-13 – Бельский. I-14 – моноклираль Юго-Востоchno-Русская

С учетом роста потребности в водах питьевого качества на приречных территориях выделены зоны сосредоточения подземных вод, контролируемые глубинными разломами и оперяющими их тектоническими трещинами.

В зонах сосредоточения рекомендуется планирование мероприятий по защите водных ресурсов, обустройство санитарных зон охраны и предусматривать меры по восполнению запасов подземных вод на эксплуатируемых водозаборах, частично аккумулируя паводковый сток и защищая воды от повышенной радиации и загрязнения, применяя разработанные барьерные технологии (Куделина, 2018).

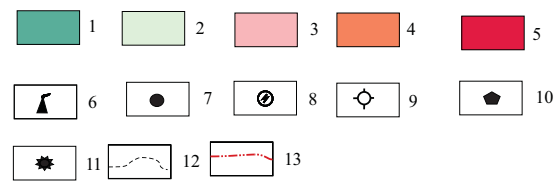
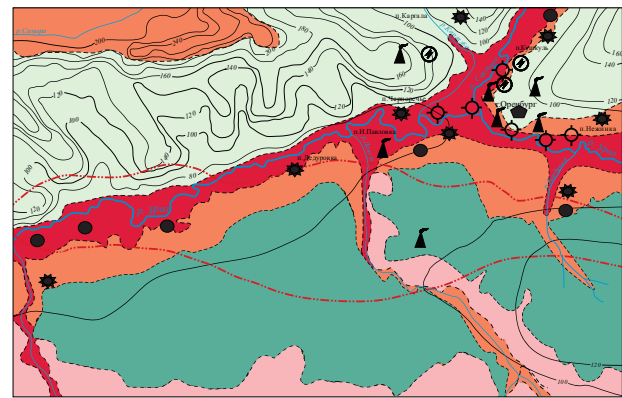


Рис. 5. Типы районов Оренбургской агломерации, отличающиеся способностью защищаться от загрязнения. Типы районов по этой способности, оцениваемой через $M_{ПДВ}$, т/км²/год: 1 – весьма защищенные (70), 2 – достаточно защищенные (50-70), 3 – со слабой защищенностью (20-40), 4 – не достаточно защищены (5-20), 5 – очень уязвимые (<5). Источники техногенеза: 6 – промышленные, 7 – геотехнологические источники, 8 – объекты энергетики, 9 – водохозяйственные сооружения и коммуникации, 10 – селитебные или бытовые, 11 – сельскохозяйственные, зоотехнические и агрохимические. Границы: 12 – районов по уровню защищенности, 13 – контур Оренбургского месторождения

Зоны сосредоточения пресных, соленых вод и рассолов контролируются глубинными разломами на приречных территориях, испытывающих унаследованные неотектонические поднятия, что выражено приподнятостью правобережных блоков земной коры в речных долинах субширотной ориентации (рис. 6).

Трещиноватость контролирует формирование зон сосредоточения флюидов подземных вод, рассолов и углеводородов в разных гидродинамических этажах. Эту закономерность следует использовать при прогнозе зон сосредоточения пресных вод, рассолов и залежей углеводородов.

Системы неотектонически обновляемой трещиноватости с повышенной флюидоносностью и водопроницаемостью пород установлены по геолого-геофизическим данным

в трех верхних гидродинамических этажах и подтверждены повышенной водопроницаемостью и водоносностью отдельных интервалов пород.

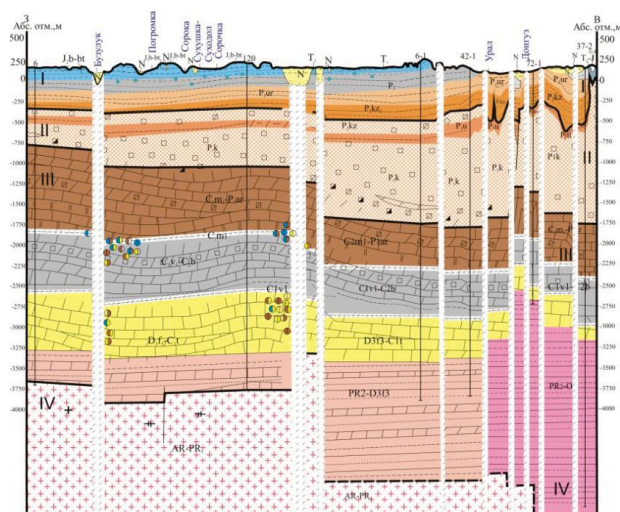


Рис. 6. Субширотный гидрогеологический профиль платформенного Оренбуржья, построенный А.А. Гаевым, Е.Б. Савиловой, с дополнениями автора. Положение профиля см. рис. 1.

Выявленную приуроченность зон сосредоточения подземных вод осадочного чехла к системам неотектонической трещиноватости рекомендуется использовать при поисках, разведке и защите пресных подземных вод от загрязнения. Именно в зонах сосредоточения пресных вод с целью обеспечения их качества и защиты от загрязнения рекомендуется применять комплексные гидродинамические и геохимические барьеры (рис. 7)

Предлагаемая барьерная технология состоит из гидродинамического и геохимического барьера (Куделина, 2018). Первый заключается в разделении потоков пресных незагрязненных и загрязненных дренажных вод при одновременной их откачке. Создается граница раздела этих потоков, на поверхности которой скорость фильтрации равна нулю. Эта граница выполняет функции гидродинамического барьера. Его положение поддается регулированию путем изменения соотношений дебитов водозабора и дренажа. При увеличении производительности водозабора, барьер будет приближаться к дренажу.

В комплексной барьерной технологии в качестве геохимического барьера использованы сорбционные и щелочные барьеры. В технологии предусмотрены блоки, защищающие водозабор от загрязненных вод, как с водосбора, так и от водоема. Они отсекают два небольших по площади загрязненных участка водоносного горизонта от основной не загрязненной части водоносного горизонта, которые защищены барьерной технологией.

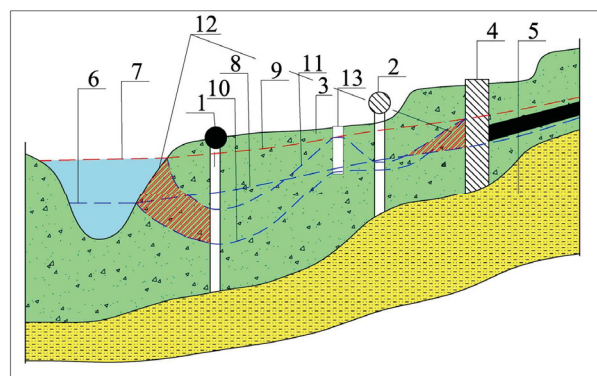


Рис. 7. Схема комплексного геохимического и гидродинамического барьера. 1 – водозаборные скважины вод питьевого качества; 2 – дренаж загрязненных вод; 3 – водоносный горизонт; 4 – геохимический барьер (стенка из адсорбционного материала); 5 – водоупор; 6 – уровень воды в водоеме до восполнения запасов вод; 7 – уровень воды в водоеме при восполнении запасов вод; 8 – статический уровень до восполнения запасов; 9 – статический уровень после восполнения запасов; 10 – динамический уровень до восполнения запасов; 11 – динамический уровень после восполнения запасов; 12 – геохимический барьер из блока аллювиальных отложений в зоне подтопления; 13 – гидродинамический барьер

Глубокозалегающие и гидрогеологически закрытые поглощающие и продуктивные горизонты рекомендуется использовать для локализации трудноочищаемых отходов производства.

Выводы

Важнейшими для Оренбуржья представляются задачи хозяйственно-питьевого водоснабжения. Перспективы их решения тесно связаны с приречными территориями, содержащими зоны сосредоточения пресных подземных вод. Эти территории испытывают

неотектонические поднятия с обновлением трещинных систем. Для защиты вод от загрязнения рекомендуется оценивать ситуацию, используя: а) схемы их типизации по устойчивости к загрязнению; б) схемы районирования для эффективного удаления в недра трудноочищаемых отходов производства; в) системы мониторинга с мерами минимизации влияния источников загрязнения на природные воды и окружающей среды. При такой комплексной оценке следует внедрять современные барьерные технологии восполнения запасов подземных вод на эксплуатируемых водозаборах.

Выполненные построения позволяют прогнозировать положение зон сосредоточения как пресных вод, так и рассолов на приречных и под приречными территориями. Трещинные коллекторы этих территорий испытывают обновление в процессе неотектонических поднятий. В зависимости от интенсивности, знака тектонических движений и других особенностей эти зоны могут быть использованы в качестве подземного пространства разного назначения и источников флюидов, пригодных для заводнения залежей нефтепромыслов, создания подземных резервуаров для локализации трудно очищаемых отходов производства и пр. Выполненные исследования позволяют решить проблемы питьевого и хозяйственного водоснабжения Оренбуржья и сопредельных территорий.

Библиографический список

Бабушкин В.Д., Гаев А.Я., Гацков В.Г. и др. Научно-методические основы защиты от загрязнения водозаборов хозяйственно-питьевого назначения / Перм. ун-т. Пермь, 2003. 264 с.

Гаев А.Я., Куделина И.В., Леонтьева Т.В., Погосян Ю.М., Савилова Е.Б. Геометрические мо-

дели в гидрогеохимии // Математическое моделирование, геоинформационные системы и базы данных в гидрогеологии: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 25–27 сент. 2013 г., Десна / Рос. союз гидрогеологов [и др.]; отв. ред. В.Г. Румынин. Электрон. дан. М.: «Изыскатель», 2013. С. 19–20.

Куделина И.В. Методика гидрогеологических исследований территории Оренбургской городской агломерации / И.В. Куделина // Известия вузов. Бишкек, 2018 № 1. С. 82–86.

Куделина И.В. О процессах формирования химического состава подземных вод в Южном Приуралье / Куделина И.В. // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана, 2019. № 4. С. 252–256.

Куделина И.В. О зональности флюидных систем Южного Урала и Предуралья // Международный научно-исследовательский журнал, 2020. № 11 (101), Ч. 2, ноябрь. С. 71–75.

Куделина И.В. Пути стабилизации режима аллювиальных водозаборов в условиях полупустынного климата // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. Бишкек, 2018 № 2. С. 82–86.

Постановление Правительства Оренбургской области от 30.08.2013 № 739-пп по повышению качества питьевой воды региональной программы в рамках федерального проекта «Чистая вода» в период на 2019–2024 гг. Оренбург, 2013. 60 с.

Постановление «Об утверждении схемы водоснабжения и водоотведения п. Светлый Светлинского района Оренбургской области» от 26.12.2013 № 186-п, Светлый, 2013. 30 с.

Приложение к постановлению Правительства области от 29.12.2018 № 924-пп. Оренбург, 2018. 82 с.

Соколов А.Г. Доминирующая роль обновленных на новейшем этапе тектонических нарушений при формировании и размещении зон сосредоточения подземных вод и рассолов / А.Г. Соколов, Е.Б. Савилова // Отечественная геология, 2018. № 2. С. 1–8.

On the Problems of Water Resources Studies on the Territory of Orenburg Region and Surrounding Areas

I.V. Kudelina

Institute of Ecological Problems of the Hydrosphere of OSU

13 Pobedy Ave., Orenburg 460018. E-mail: kudelina.inna@mail.ru

The actual problem of the regions of the Southern Cis-Urals is the provision of population with drinking water. The problem is sharpened with increase of water consumption by population and industry. The analysis of the

situation, carried out by the author on the example of the Orenburg urban agglomeration, indicates the possibility of solving this problem by replenishing the water reserves of the existing alluvial water intakes due to the accumulation of a part of the flood runoff. When the water level in the river rises, the level of groundwater rises and water inflows to water wells grow. When water is filtered through alluvium, it self-purifies from pollutants. Replenishing groundwater reserves during floods increases the resources and the quality of drinking water.

Key words: *Southern Cis-Urals; replenishment of reserves, drinking water, operating water intakes*

References

- Babushkin V.D., Gaev A.Ya., Gatskov V.G. et al.* 2003. Nauchno-metodicheskie osnovy zashchity ot zagryazneniya vodozaborov khozyaystvenno-pityevogo naznacheniya [Scientific and methodological foundations of protection against pollution of water intakes for household and drinking purposes]. Perm. state univ., Perm, p. 264. (in Russian)
- Gaev A.Ya., Kudelina I.V., Leontyeva T.V., Pogoyan Yu.M., Savilova E.B.* 2013. Geometri-cheskie modeli v gidrogeokhimi [Geometric models in hydrogeochemistry]. In: Mathematical modeling, geoinformation systems and databases in hydrogeology. DAN. Moskva, Izyskatel, pp. 19–20. (in Russian)
- Kudelina I.V.* 2018. Metodika gidrogeologicheskikh issledovaniy na territorii Orenburgskoy gorodskoy aglomeratsii [Methods of hydrogeological studies on the territory of the Orenburg urban agglomeration]. Izvestiya vuzov. Bishkek, 1: 82–86. (in Russian)
- Kudelina I.V.* On the processes of formation of the chemical composition of groundwater in the Southern Urals / Kudelina I.V. // Science, new technologies and innovations of Kyrgyzstan, 2019. No. 4. S. 252–256.
- Kudelina I.V.* On the zoning of fluid systems of the Southern Urals and Cis-Urals / International Research Journal, 2020. No. 11 (101), Part 2, November. S. 71–75.
- Kudelina I.V.* Ways of stabilizing the regime of alluvial water intakes in a semi-arid climate / I.V. Kudelina // Science, new technologies and innovations of Kyrgyzstan. Bishkek, 2018 No. 2. P. 82–86.
- Decree of the Government of the Orenburg Region of 30.08.2013 N 739-pp* on improving the quality of drinking water of the regional program within the framework of the federal project «Clean Water» in the period for 2019–2024. Orenburg. 2013. 60 p.
- Resolution «On approval of the water supply and sewerage scheme for the settlement of Svetly, Svetlinsky district of the Orenburg region»* dated December 26, 2013 No. 186-p, Svetly. 2013. 30 p.
- Appendix to the Decree of the Regional Government dated December 29, 2018 No. 924-p.* Orenburg. 2018. 82 p.
- Sokolov A.G.* The dominant role of tectonic disturbances updated at the latest stage in the formation and placement of zones of concentration of groundwater and brines / A.G. Sokolov, E.B. Savilova // Otechestvennaya Geologiya, 2018. No. 2. P. 1–8.