

*Куделина И.В.***ОРЕНБУРГ ШААРДЫК АГЛОМЕРАЦИЯСЫНЫН АЙМАГЫНЫН
ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫК ИЗИЛДӨӨЛӨРҮНҮН МЕТОДИКАСЫ***Куделина И.В.***МЕТОДИКА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕРРИТОРИИ
ОРЕНБУРГСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ***I. V. Kudelina***METHODOLOGY OF HYDROGEOLOGICAL RESEARCHES OF
THE ORENBURG CITY AGGLOMERATION AREA**

УДК: 556.3: 502.175 (470.56)

Ичүү сапатындагы жер астындагы суулардын булгануу булактарын аныктоону жана контролдоону жана инженердик инфраструктураны пландоодо жана жайгаштырууда геологиялык чөйрөнү типтештирүүнүн методдорун, суу ресурстарын коргоонун барьердик технологияларын колдонуу аркылуу жана жер үстүндөгү суу көлмөлөрүнүн эсебинен жер астындагы суулардын запастарын толуктоо аркылуу алардын булгануу жана начардануу процесстерин минималдаштырууну шарттаган, суу тартыш шаардык агломерацияны гидрогеологиялык изилдөөлөргө карата методикалык ыкма иштелип чыкты.

Негизги сөздөр: методикалык ыкма, шаардык агломерация, ичүү сапатындагы суу, жер астындагы сууларды топтоо.

Разработан методический подход к гидрогеологическим исследованиям водodefицитной городской агломерации, позволяющий выявлять и контролировать источники загрязнения подземных вод питьевого качества и минимизировать процессы их загрязнения и истощения путем применения методов типизации геологической среды при планировании и размещения инженерной инфраструктуры, барьерных технологий защиты водных ресурсов и путем восполнения запасов подземных вод за счет поверхностных водоемов.

Ключевые слова: методический подход, городская агломерация, воды питьевого качества, magazинирование подземных вод.

A methodical approach to hydrogeological research of the water deficit urban agglomeration has been developed, which makes it possible to identify and control sources of drinking quality groundwater contamination and minimize the processes of their contamination and depletion by applying methods of typifying the geological environment in the planning and placement of engineering infrastructure, barrier technologies for protecting water resources and by replenishing groundwater resources from surface water bodies.

Key words: methodical approach, urban agglomeration, water of drinking quality, underground water storage.

Введение. Состав методов исследований определяется особенностями геологического строения, физико-географических и гидрогеологических условий исследуемой территории и техногенной нагрузки от сложившейся инженерной инфраструктуры. Естественные и техногенные факторы определяют особен-

ности типизации территории по защищенности подземных вод от загрязнения и истощения. Они фиксируются достаточно точно и своевременно при помощи аэрокосмических методов.

Оренбургская городская агломерация расположена на юго-восточном склоне Русской платформы, в южной части Волго-Камского артезианского бассейна, сочленяющегося с Прикаспийским бассейном через прибортовой Прикаспийский артезианский свод. Строение этих структур осложнено зонами глубинных разломов и соляно-купольной тектоникой. Мощность осадочного чехла в северной части территории составляет 3600 м, возрастая на северном борту Прикаспийской синеклизы до 6000 м, а в Предуральском прогибе – до 10-12 км [5].

Осадочный чехол сложен породами от верхнего протерозоя до четвертичных отложений, включительно. В рельефе обнажаются породы от пермской до неогеновой систем. Из них наиболее древними являются переслаивающиеся пестроцветные аргиллиты, алевролиты и песчаники уфимского яруса Нижнепермского Приуральского отдела, обнажающиеся на западном склоне г. Гребени. Их мощность изменяется от 85 м на соляно-купольных поднятиях до 130-145 м на крыльях структур. Водосборные площади сложены преимущественно красноцветными глинами, песчаниками, конгломератами с прослоями известняков и мергелей татарского отдела верхней перми (P₃) мощностью до 250 м. На востоке территории они перекрыты породами триасовой системы. А долины рек сложены четвертичными и неоген-четвертичными породами. В до акчагыльских речных долинах сохранились отдельные фрагменты от толщи морских глин эстуариев акчагыльского яруса с раковинами пелеципод и остракод и прослоями галечников и песков серой, синевато-серой и табачной окраски. Их мощность достигает 90 м.

На борту долины р. Урал закартографированы континентальные, в основном, склоновые буровато-коричневые известковистые суглинки с прослоями песков и супесей ашшеронского яруса мощностью от 15 до 40 м. На склонах глубоко врезанных долин Донгуза и Бердянки установлены выходы аргиллитов, алевролитов, глин и песчаников татарского отдела.

В соляно-купольных структурах местами на поверхность выходят закарстованные соли, гипсы и ангидриты, а долина Урала сложена аллювием, представленным четвертичными глинами и песчано-гравийно-галечными отложениями. Временными водотоками на поймах рек сформированы конусы выноса, на которых разместились поселки Кушкуль и Мирный. Речные долины образуют крупные формы рельефа. Они асимметричны с широкими поймами и двумя поздне-четвертичными надпойменными террасами (Науомов, 1981). Поймы рек имеют ширину 4-7 км. Низкие поймы, ежегодно заливаются в паводки. На исследуемой территории немало следов техногенного рельефа: насыпей автомобильных и железных дорог, карьеров, выемок, дамб; около 800 га занимают пруд и оросительные каналы. Роль техногенных форм рельефа в формировании водного стока весьма значительна. При оценке питьевых качеств вод используются данные по их химическому составу, на основе обработки и анализа которых выполнены гидрогеологические построения (карты, профили, разрезы, графики) и выполнен анализ процессов формирования подземных вод. Используются модульные параметры водного и химического стока и модули предельно допустимого загрязнения или выбросов (ПДВ) [2, 4].

Исследования выполнялись с учетом известных теоретических положений отечественных научных школ: 1) учения о единстве природных вод, связанных между собой планетарным круговоротом воды, а также учения о биосфере [3, 6]; 2) учения о равновесно-неравновесных системах вода-порода-газ-живое вещество, которые определяют характер и направленность преобразований качества природных вод в процессе круговорота воды; 3) законов зонального формирования вод в пределах разных оболочек и ландшафтно-климатических зон; 4) учения о миграции химических элементов, по А.Е. Ферсману, в гидросфере и техносфере, в условиях формирования естественных и техногенных геосистем с рассеянием элементов в одних случаях и с концентрацией в других в направлении достижения энергетического равновесия и образования соединений с меньшей величиной свободной энергии [11].

Под нормой содержания элемента в конкретной среде принимается его кларк – среднее весовое содержание элемента в земной коре. Для оценки отклонений от кларка в сторону рассеяния, или накопления элемента А.И. Перельман [7] ввел параметр кларка концентрации. Это – отношение его концентрации к кларку в земной коре. А.И. Ферсман разделил химические элементы по степени распространенности и растворимости, выделив элементы: а) с высоким кларком и хорошей растворимостью в воде (Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄, HCO₃, CO₃); б) с высоким кларком, но низкой растворимостью в воде (NH₄, NO₃, NO₂, Fe₂, Al, SiO и органические вещества); в) с низким кларком, плохой растворимостью (до 1 мг/л) в воде (J, Br, Ba, F, Li, Sr, Cu, Pb, Zn и др.).

Под метаморфизацией химического состава вод, в соответствии с взглядами Н.С. Курнакова и М.Г.

Валяшко (1955, 1966), понимаются процессы изменения типа, подтипа или группы вод в результате взаимодействия с окружающей средой [2, 9].

По классификации природных вод Земли этих авторов выделены следующие типы вод: хлоридно-кальциевые, формирующиеся в глубоких горизонтах земной коры; хлоридно-магниевые, характерные для океанов и морей; сульфатно-натриевые и гидрокарбонатно-натриевые воды, формирующиеся на поверхности и не глубоко под землей на континентах.

Метаморфизацию химического состава вод, протекающую под влиянием деятельности людей, А.Е. Ферсман назвал техногенной. Ф.И. Тютюнова [10] для оценки этих процессов использовала представления А.И. Перельмана о технофильности элементов. Этот показатель вычисляется из отношения ежегодно добываемого элемента к кларку в земной коре. Ф.И. Тютюнова вычислила параметры технофильности более чем для тридцати элементов, выделив по его значениям пять групп элементов от слабо- до супер-технофильных. К последним относятся Cl, SO₄, HCO₃, CO₃ и органические соединения, а также NH₄, NO₃, NO₂, Se, Pb, Cu, Br и др. К высоко-технофильным отнесены Fe, Ca, Zn, As, Cr, U, Ni, Mg, Ng и др.

Техногенная метаморфизация не глубоких подземных вод может быть полной и не полной. Неполная метаморфизация характерна для вод сульфатного типа, а полная характеризуется сменой химического типа вод. Если же состав вод не отвечает требованиям санитарных норм, то это свидетельствует об их загрязнении. При этом их метаморфизация может происходить и не происходить [9].

На территории Оренбургской городской агломерации дефицит вод питьевого качества обусловлен не только полуаридным климатом с преобладанием испарения над количеством осадков, но и наличием большого числа источников загрязнения окружающей среды (ОС) (рис. 1).

Широко распространены промышленные источники загрязнения (предприятия, свалки бытовых и промышленных отходов), геотехнологические (карьеры, котлованы, скважины разного назначения), энергетические (ТЭЦ, ЛЭП, котельные), водохозяйственные (водозаборы, скважины, колодцы), мелиоративные (оросительные системы), транспортные (автомобильные, железнодорожные, авиационные трассы и продуктопроводы), бытовые или сельскохозяйственные (фермы, животноводческие комплексы, птицефабрики, богарные и мелиорируемые земли, где используются удобрения и ядохимикаты) и рекреационные с большой нагрузкой от массы отдыхающих.

Наиболее значительные источники загрязнения связаны с разработкой и переработкой углеводородов. На этих объектах весьма значительны выбросы токсичных веществ в окружающую среду, включая водоемы. Выбросы происходят при строительных и эксплуатационных работах, при бурении скважин и обустройстве промыслов и территории.

Воздействие источников загрязнения на природные воды и ОС исследуемой территории до сих пор не оценивалось с учетом количественной оценки водного и химического стока. Дело в том, что режимные

наблюдения на этой территории проводятся в недостаточном количестве и по ограниченному числу компонентов. Детальные исследования на такой большой территории вести экономически не рентабельно. Поэтому нами предложено типизировать территорию,

чтобы оптимизировать объемы и уровень детальности наблюдений. С этой целью выполнена схема типизации исследуемой территории по защищенности от загрязнения (рис. 2) [1, 2, 4].

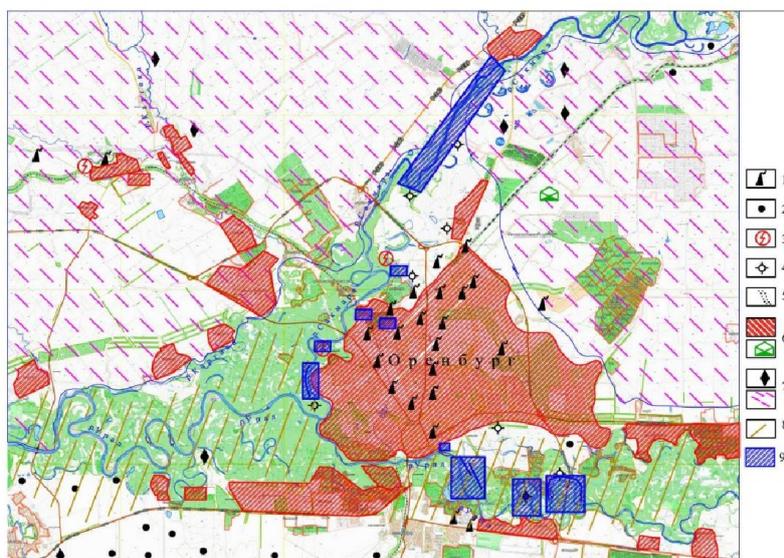


Рис. 1. Источники загрязнения природных вод и ОС Оренбургской городской агломерации по данным [1] с дополнениями автора.

1 – промышленные объекты; 2 – геотехнологические источники; 3 – энергетические объекты; 4 – водохозяйственные; 5 – транспортные; 6 – бытовые; 7 – сельскохозяйственные; 8 – рекреационные; 9 – водозаборные сооружения.

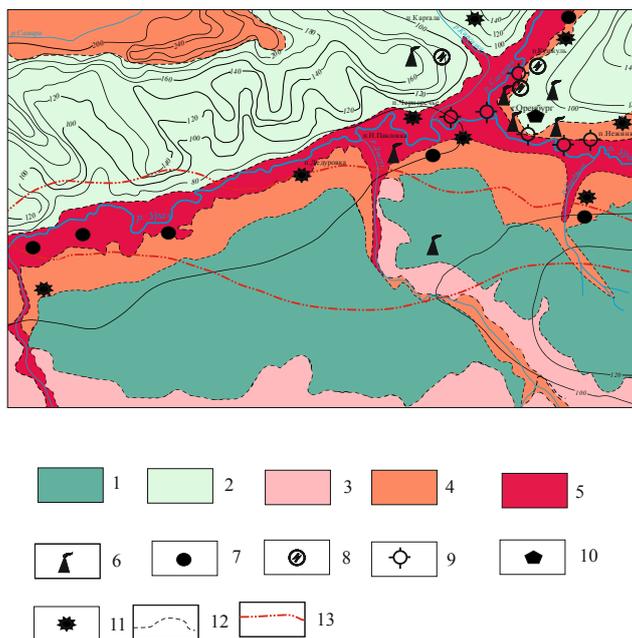


Рис. 2. Схема типизации по защищенности территории Оренбургской городской агломерации от загрязнения по [1] с уточнениями и дополнениями.

Типы районов по защищенности от загрязнения, оцениваемой по $M_{пдв}$, t/km^2 в год: 1 – весьма хорошо защищенные (70), 2 – защищенные (50-70), 3 – слабо защищенные (20-40), 4 – не защищенные (5-20), 5 – весьма незащищенные и исключительно уязвимые (<5), источники загрязнения: 6 – промышленные, 7 – геотехнологические, 8 – энергетические, 9 – водохозяйственные, 10 – селитебные, 11 – сельскохозяйственные; границы, 12 – границы районов по степени защищенности, 13 – контур нефтегазоконденсатного месторождения.

При режимных наблюдениях необходимо учитывать техногенную нагрузку, защищенность природного комплекса от загрязнения и способность его к самоочищению. Одной из важнейших задач является вопрос о восполнении запасов подземных вод за счет поверхностных. Для обоснования таких возможностей нами использованы результаты гидрогеологических работ, выполненные другими исследователями на этой территории [2, 9, 12].

Для исследуемой территории наряду с загрязнением подземных вод, свойственно и истощение их ресурсов. Эта проблема в мировой практике возникла давно, и около 200 лет назад ее начали решать путем восполнения запасов подземных вод за счет поверхностных водоемов. Этот метод назван магазинированием. Н.И. Плотников с соавторами попытался раскрыть сущность этой проблемы, охарактеризовав ее, как «комплекс гидрогеологических и инженерно-технических мероприятий», обеспечивающий «дополнительное искусственное питание ресурсов подземных вод» [8, с. 13].

Ф.П. Саваренский отметил, что ресурсы и запасы подземных вод могут быть естественными и искусственными. Под первыми он понимал объем гравитационных вод в водоносном горизонте в естественных условиях, измеряемые в объеме воды. Искусственные ресурсы и запасы формируются и управляются деятельностью людей, представляя собой воды дополнительного питания, за счет чего возрастают возможности эксплуатируемого горизонта.

В условиях Оренбургской городской агломерации восполнение запасов подземных вод аллювиального водоносного горизонта возможно осуществить только в случае частичной аккумуляции паводковых вод р. Урал. В условиях равнинного рельефа строительство крупных водохранилищ невозможно, поскольку при значительной высоте плотины будут затоплены давно застроенные большие площади земель. Поэтому нами предлагается проект каскада малых плотин с подъемом уровня воды не выше подошвы высокой поймы с затоплением только низкой поймы с расчетом, чтобы не навредить той инфраструктуре, которая местами спускается частично в низкую пойму.

Протяженность растущей Оренбургской агломерации вдоль долины р. Урал может превысить 120 км. На этом отрезке долины можно создать каскад из 6-7-

ми малых капитальных плотин, подняв уровень речных вод на 2-3 м. Это не только увеличит и стабилизирует ширину водной поверхности, но и позволит существенно восполнить запасы существующих аллювиальных водозаборов, стабилизируя режим работы, их производительность и качество воды.

Такой проект может и должен сопровождаться комплексными изысканиями под лесомелиоративные работы, обустройство зон рекреации, развитие рыбного хозяйства и возрождение маломерного флота, который в Оренбурге существовал до середины XX века. Даже такой небольшой подъем уровня воды в р. Урал значительно оздоровит санитарно-гигиеническую обстановку на территории агломерации и будет иметь большие положительные социально-экономические и демографические последствия.

Литература:

1. Алфёров И.Н. Методы защиты геологической среды горнодобывающих районов на основе реализации экологической емкости Автореф. дисс. к.т.н. Пермский университет. - Пермь, 2005. - 25 с.
2. Бабушкин В.Д., Гаев А.Я., Гацков В.Г. и др. Научно-методические основы защиты от загрязнения водозаборов хозяйственно-питьевого назначения / Пермский ун-т. - Пермь, 2003. - 264 с.
3. Вернадский В.И. История природных вод. - М.: ОНТИ, 1933-1936. - 562 с.
4. Гаев А.Я. Гидрогеохимия Урала и вопросы охраны подземных вод. - Свердловск: Изд-во Уральского ун-та, 1989. - 368 с.
5. Гидрогеология СССР. - М.: Недра, 1972. - Т. 43. - 272 с.
6. Личков Б.Л. Формирование подземных и единство природных вод // Тр. лаб. гидрогеологических проблем. - М., 1959. - С. 27-33.
7. Перельман А.И. Геохимия. - М.: Высшая школа, 1989. - 528 с.
8. Плотников Н.И., Плотников Н.А., Сычев К.И. Гидрогеологические основы искусственного восполнения запасов подземных вод. - М.: Недра, 1978. - 311 с.
9. Самарина В.С., Гаев А.Я., Нестеренко Ю.М. и др. Техногенная метаморфизация химического состава природных вод. - Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1999. - 444 с.
10. Тютюнова Ф.И. Гидрогеохимия техногенеза. - М.: Наука, 1987. - 335 с.
11. Ферсман А.Е. Геохимия. - Л.: ОНТИ, 1934. - Т. 2. - 354 с. - Т.3. - Л.: ГХТИ, 1937. - 503 с.
12. Юрина С.В. Геоэкологическая оценка компонентов окружающей среды Оренбургского промышленного района. Автореф. дисс. к.г.н. - Оренбург, 2000. - 25 с.

Рецензент: д.геол.-мин.н., профессор Гаев А.Я.