

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

УДК 556.3:502.175

К методике и методологии гидрогеологических исследований территории Южного Предуралья

И.В. Куделина

Институт экологических проблем гидросферы при Оренбургском госуниверситете
460018, Оренбург, пр. Победы, 13

E-mail: kudelina.inna@mail.ru

(Статья поступила в редакцию 2 сентября 2019 г.)

Актуальной проблемой районов Южного Предуралья является обеспечение населения водой питьевого качества. Она обостряется в засушливые периоды летней межени. Анализ ситуации на примере Оренбургской городской агломерации свидетельствует о возможности решить эту проблему путем восполнения запасов вод действующих аллювиальных водозаборов за счет аккумуляции части паводкового стока. При подъеме уровня воды в реке поднимается уровень подземных вод и растут водопритоки к водозаборным скважинам. При фильтрации вод через аллювий происходит их самоочищение от загрязняющих веществ, т.е. при восполнении запасов подземных вод в период паводков увеличиваются ресурсы и улучшается качество питьевых вод.

Ключевые слова: Южное Предуралье, восполнение запасов, питьевые воды, действующие водозаборы.

DOI: 10.17072/psu.geol.19.1.50

Введение

Объектом исследований является гидросфера Южного Предуралья (рис. 1). В методике сочетаются региональный подход к рассмотрению гидросферы Южного Предуралья с детальным изучением урбанизированной территории Оренбургской городской агломерации. Такой подход требует применения широкого комплекса методов: от разномасштабного картографирования до опытно-промышленных работ на конкретных водозаборах. Методологически мы ориентированы как в резолютивном, так и в системном направлениях. Пока в гидрогеологии преобладает резолютивный подход с расчленением проблем и объектов на части. Каждая из них исследуется в отдельности по принципу Декарта. Системный подход требует рассмотрения гидросферы территории в качестве целостного объекта с его структурными особенностями и специфическими функциональными связями (Гаев, 1999).

Такой подход позволяет объективно осветить гидрогеологическую ситуацию и использовать ретроспективу ее развития с целью прогноза на перспективу. Для этого применен

факторный анализ, позволяющий обобщить данные по поверхностному и подземному стоку разных типов и классов вод, относящихся к разным химическим типам, подтипам и группам (Самарина и др., 1999).

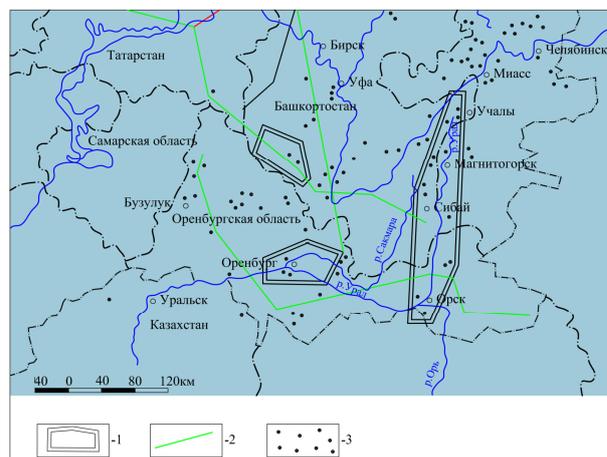


Рис. 1. Обзорная карта Южного Предуралья: 1 – районы более детальных исследований; 2 – гидрогеологические профили; 3 – участки, по которым собран фактический материал

Для выполнения такой сложной работы нами составлен банк данных фактического материала, отражающий динамику и химический

состав природных и сточных вод. Системный подход в гидрогеологии осуществлен рядом ученых на основе применения методов палеогидрогеологии, моделирования и принципов актуализма (Вернадский, 2012; Гаев, 1999; Самарина и др., 1999). Эти принципы лаконично сформулировал А.М. Овчинников: «Вода такова, какова геологическая история района, в котором она находится» (Овчинников, 1970).

Понятие «система» разные ученые понимают по-разному (Вернадский, 2012; Гаев, 1999). Мы считаем, что в системе вода – порода – газ – живое вещество В.И. Вернадским заложены нужные связи и системообразующие отношения. Они обеспечивают целостность и обособленность системы с упорядоченным расположением водной и других ее составляющих со свойствами и структурой внутренних и внешних связей. Связи внутри системы на порядки выше, чем связи других элементов. Упрощение и идеализация конструкции системы с выделением главных ее звеньев объясняют важнейшие процессы формирования гидросферы.

В изучении сложнейшей гидрогеологической системы Южного Предуралья мы сочетаем резолютивный и системный анализы для раскрытия пространственно-временных связей в системе В.И. Вернадского с учетом процессов техногенной трансформации среды, как это делают и другие гидрогеологи (Хаустов, Редина, 2006; Шварцев, 1998; Jacobsen, Carnahan, 1990; Mann, 1973).

Гидрогеологические исследования в регионе начаты первыми академическими экспедициями XVIII в., П.И. Рычковым и др., затем были активно продолжены в советский период. В настоящее время они проводятся путем картографирования подземных вод, при поисках, разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых, при решении задач мелиорации и орошения. Основные проблемы связаны с водоснабжением населения водой питьевого качества из-за недостаточного увлажнения в регионе, особенно в его южной зоне сухих степей и полупустыни. Здесь более чем вдвое уменьшается количество атмосферных осадков и возрастает величина испарения. В межень и засуху параметры стока резко снижаются, а минерализация вод возрастает за счет хлори-

дов и сульфатов, превышая ПДК. Так, в селах она достигает следующих цифр: Городище – 5,3, Никольское – 3,4, Бердянка и Благословенка – 1,8 г/л. Вода перестает отвечать санитарным нормам по содержанию нитратов, нитритов и аммоний-иона. В воде появляются белковые вещества и кишечная палочка (рис. 2).

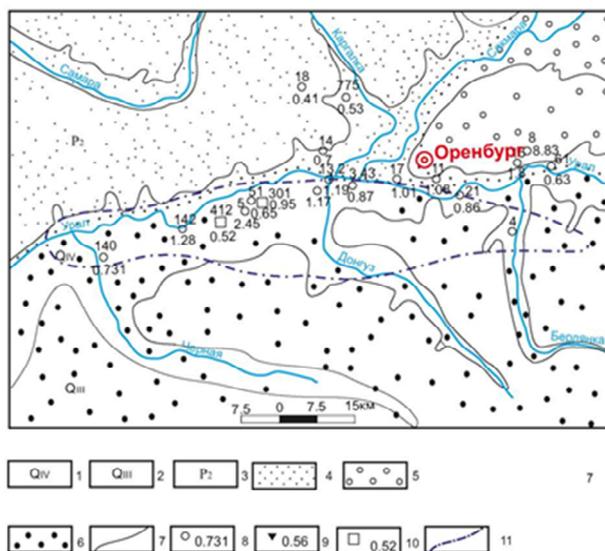


Рис 2. Схематическая гидрогеологическая карта территории Оренбургской городской агломерации (составлена нами с использованием работ А.Я.Гаева (1989), В.С. Самариной, А.Я.Гаева, Ю.М. Нестеренко и др. (1999)). Горизонты и комплексы: 1 – аллювиальный Q_{3-4} ; 2 – элювиальный Q ; 3 – комплекс P_2 . Химический состав вод: 4 – сульфатно-гидрокарбонатный и гидрокарбонатно-сульфатный кальциевый; 5 – хлоридно-гидрокарбонатный и гидрокарбонатно-хлоридный натриевый; 6 – пестрый. Прочие знаки: 7 – границы горизонтов и комплексов; 8 – скважины; 9 – источники; 10 – колодцы; цифрами на схеме даны: вверху – номер водопункта по каталогу, а внизу – минерализация в г/л; 11 – контур месторождения

Методика исследований

Методика исследований в регионе отличается большой сложностью при решении задач водообеспечения населения. Она включает наземные и аэрокосмические исследования с полевыми маршрутами и картографированием, со сбором данных о природных и сточных водах. Применяется ретроспективный анализ гидрогеологической обстановки с учетом состояния почв, грунтов, илов, состава атмосферных осадков и снега.

Учитываются особенности структурно-геологического строения и физико-географических условий территории. Классифицируются источники загрязнения окружающей среды.

Аэрокосмические методы в регионе в комплексе с наземными применяются с 70-х гг. XX в. Используется аппаратура зондирования в тепловом, оптическом, инфракрасном, рентгеновском и радиоволновом исполнении. Построены цветосинтезированные карты, а по объектам – графики, таблицы и оцифрованные карты, использованные при моделировании, прогнозировании и принятии решений по аналогии с другими исследователями (Всевожский, 2001, Гридин, 1988, Самарина и др., 1999). Таким путем обеспечивается экспресс-информация для гидрогеологического картографирования и прогноза ситуации. По территории Оренбургской городской агломерации используются материалы госцентра «Природа» с системой «Фрамм», включающие спектральные и синтезированные снимки масштабов от 1:1000000 до 1:40000. Снимки необходимы для ретроспективного анализа трансформации состава природных вод, элементов рельефа, развития гидрографической сети, растительного покрова, геологического строения и участков техногенной трансформации подземных вод и окружающей среды. При этом выделены эталонные участки с необходимыми материалами, оборудованием и поверенными приборами. По эталонным участкам подобраны фотоснимки по маршрутам залетов. Предусмотрены рекогносцировочные маршруты вкост структур и выявленных ранее аномалий для корректуры программы работ. Залеты выполняются на вертолетах или самолетах с видео-, фото- и непрерывной телесъемкой для увязки с наземными маршрутами.

При дешифрировании материалов выделены участки деревьев, усыхающих под влиянием загрязнения и вредителей, площади свалок и полигонов бытовых и промышленных отходов по дымам на снимках, а также накопители сточных вод. Особенно хорошо они видны на зимних снимках в районах таких крупных загрязнителей, как предприятия нефтегазового и энергетического комплексов.

В процессе наземных полевых работ опро-

бованы и проанализированы в полевой или походной лабораториях природные и сточные воды на Fe^{2+} , Fe^{3+} , NO^{2-} , NO^{3-} , NH_4^{2+} и др. Результаты статистически обработаны с целью уточнения гидрогеологической ситуации и влияния на нее источников загрязнения. Подземные воды отобраны из колодцев, скважин, родников и мочажин. Составлены банки данных с наиболее представительными пробами из водозаборных скважин, систематически откачиваемых. Другие выработки предварительно свабируются проботборником до стабильного содержания хлор-иона. По комплексу данных выполнен анализ режима подземных вод.

Опробованы поверхностные и сточные воды предприятий. Плотность опробования увеличена у источников загрязнения. Органами гидрометслужбы собраны химические анализы вод и их среднемесячные и среднегодовые значения, а также данные об уровнях и расходах водоемов. Они использованы при построении диаграмм, графиков, карт и профилей. Атмосферные осадки охарактеризованы по данным о снеговом покрове, способном сорбировать дымы, пыль и аэрозоли и влиять на состав природных вод. Снег опробован в феврале–марте по известной методике, вытаивался при температуре 16°C , отфильтровывался и анализировался из объема воды в 5 л. Определялись сухой остаток, вес пыли в пробе снега, содержание тяжелых металлов. Используются также результаты анализов дождевых вод гидрометслужбой со средними и среднегодовыми значениями параметров. При их интерпретации учтены данные о составе почв, илов и грунтов, пробы которых отбирались весом 0,5 кг. Учитывалась защищенность подземных вод от загрязнения, для определения которой использованы результаты водных вытяжек с данными ионно-солевого комплекса с учетом рекомендаций (Методические..., 1996; Самарина и др., 1999). В фильтрате проб определено более 30 элементов приближенно-количественным спектральным, атомно-абсорбционным и плазменным анализами. В водах и почвах выявлены Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cd, Hg, Cr, Mn. По рекомендациям Минздрава оценено влияние загрязнения почв на здоровье людей (Методические..., 1996):

$$X_c = \Sigma K_c - (n - 1)^n, \quad (1)$$

где Σ – сумма коэффициентов концентрации микроэлементов; K_c – коэффициент, учитывающий процентное соотношение содержания металла к фону в почве.

Показатель X_c безразмерный, позволяющий отличить почвы опасные и чрезвычайно опасные с X_c больше 55 от нейтральных.

В атмосферном воздухе лабораториями зафиксированы содержания пыли, сероводорода, метана, SO_2 , H_2SO_4 , CO_2 , CO , NH_3 и тяжелых металлов со среднемесячными и среднегодовыми данными. При залповых выбросах концентрации в атмосфере водорастворенных кислорода, углекислого газа, сероводорода и сернистого ангидрида резко изменяются, составляя 14,0, 878,0, 2588,0 мг/л соответственно (Гаев, 1989; Гаев, 1999).

Гидрогеологическое зонирование территории сложилось исторически: население расселялось у водоемов, где размещались и производства, ухудшая качество вод. Санитарно-защитные зоны практически отсутствовали, поэтому росли заболеваемость и смертность населения.

В настоящее время в России и за рубежом промышленные объекты отделяются от рекреационных и селитебных зон лесонасаждениями. По сканерным многозональным снимкам (СКС) системы «Ландсэт» выделяются неотектонические поднятия. С ними связана интенсификация негативных геодинамических процессов, а в диапазонах 0,6–1,0 мкм выделяются водотоки и площади повышенной влажности с соответствующими элементами рельефа. Выделяются также линеаменты, согласующиеся с ландшафтными аномалиями субмеридионального простирания с размерами от 20 до 1 км. Их линейные и кольцевые зоны согласуются с элементами тектонического строения территории (Гаев, 1999; Гридин, 1988). Группируя их по периодам времени, получаем инструмент для ретроспективного анализа качества природных вод и окружающей среды в виде коэффициентов нарушенности территории ($K_{нт}$), уровня ее озеленения ($K_{обц}$), уровня деградации ($K_{дг}$). При этом использованы размеры площадей с лесом и кустарниками (S_l), озелененных при освоении территории ($S_{озел}$), а также занятых пахотой (S_p), эродированных оврагами и балками (S_o) и находя-

щимися под дорогами и населенными пунктами, карьерами, промышленными объектами, коммуникациями (S_t) и водоемами (S_w), относительно общей площади ($S_{обц}$). Этот инструмент использован нами при построении схем типизации территории по защищенности подземных вод от загрязнения. Такие схемы открывают возможность прогноза ситуации и обоснования путей перехода региона на модель устойчивого развития.

Система мониторинга обеспечивает контроль состояния окружающей среды, качества водных ресурсов, уточняет естественные циклы формирования вод и позволяет прогнозировать их трансформацию (Куделина, 2015). Это необходимо для обеспечения дальнейшего социально-экономического развития территории. Существуют три уровня системы контроля: федеральный на наиболее крупных и значимых объектах, региональный областной и локальный на предприятиях.

Проявились и недостатки контроля централизованных водозаборов. Контроль закреплен за санитарной службой, не имеющей профессиональных кадров. Затраты на ее работу не оправданы, а дорогостоящие результаты не публикуются и не могут полноценно использоваться для прогноза ситуации, в частности из-за отсутствия данных о HCO_3^- , CO_3^{2-} , отбора проб менее одного раз за сезон и часто из-за отсутствия отдельного определения калия и натрия.

Необходимо, чтобы контроль с участием медиков осуществлялся комиссиями под руководством специалистов МПР. Тогда качественные химические анализы вод будут публиковаться и использоваться для прогноза ситуации. Продолжительность наблюдений будет соответствовать 24-летнему циклу формирования химического состава вод (Минкин, 1967), а результаты обеспечат прогноз ситуации на основе следующего.

1. Построения графиков поведения компонентов в водоемностях в хронологическом порядке, с определением характера изменения химического состава вод за период наблюдений по их виду – «пилы» или плавного.

2. Построения интегральных кривых, по которым определяется продолжительность миграционного цикла в многолетнем плане

(Самарина и др., 1999). Если кривая имеет вид синусоиды с двумя пересечениями нулевой линии, отражающей длительность природного цикла, то ее максимум соответствует избыточным, а минимум – недостаточным концентрациям относительно средних значений. Ордината графика отражает наращиваемые во времени значения коэффициентов, рассчитанных по среднегодовым и многолетним значениям концентраций. Они отражают результаты режимных наблюдений по скважинам и площадям и позволяют типизировать режимы, что требуется для районирования территории. В случае техногенеза графики приобретают вид ломаных линий вместо плавных синусоид. Наиболее информативны графики супертехнофильных элементов. Контроль органических загрязнителей на водозаборах пока, к сожалению, ограничивается определением окисляемости воды (или БПК, ХПК).

3. Обработки материалов и разграничения объектов с питьевой и загрязненной водой на основе тренд- и факторного анализов, эффективность которых общеизвестна (Хаустов, Редина, 2006).

Результаты и обсуждения

Оценка защищенности или уязвимости подземных вод по отношению к загрязнению выполнена с учетом существующих методик (Минкин, 1967; Самарина и др., 1999). Проблемы защищенности подземных вод от загрязнения разработаны В.М. Гольдбергом, а понятие «уязвимость» введено в науку французом Ж. Марга (1968) (Гольдберг, 1987; Зекцер, 2001). При оценке защищенности учитываются мощность водоупора в кровле пласта и положение уровня вод в водоносном горизонте. По балльной системе выделены классы вод: незащищенных, условно защищенных и защищенных от загрязнения. К.Е. Питьевой (1984) и А.Я. Гаевым (1969–2018) при оценке защищенности учитывается также сорбционная и хемосорбционная способность пород к загрязнениям благодаря микроорганизмам, ионно-обменным процессам и разложению органического вещества (Гаев и др., 2018; Питьева, 1984).

При картографировании территории в числе природных факторов рассмотрены глубина залегания вод, их распространение, проницаемость и мощность водоносных и водоупорных пород и способность их к сорбции загрязнителей. Из техногенных факторов учтены распространение загрязнения в водоносном горизонте и возможности его локализации и обезвреживания в пласте за счет физико-химической активности и фильтрационных свойств пород. В зоне аэрации эти свойства мало изучены. Информация ограничивается выделением хорошо проницаемых, проницаемых, полупроницаемых и непроницаемых пород. Инфильтрационное питание вод оценивается через модуль стока в л/с·км² в год или в мм/год. Защищенность в ряде случаев оценивается путем расчета времени миграции вод до УГВ с учетом его прямой пропорциональности мощности и эффективной пористости пород в зоне аэрации. В.М. Гольдберг (1987) оценил загрязнение вод через индекс чувствительности к загрязнению (P), равный отношению модуля техногенной нагрузки (m) к параметру защищенности вод от загрязнения (S):

$$P=mt/S. \quad (2)$$

Индекс чувствительности прямо пропорционален модулю техногенной нагрузки (m), времени накопления загрязнителя в годах (t) и обратно пропорционален параметру защищенности вод от загрязнения (S).

А.Я. Гаев для количественной оценки загрязнения вод использует модули предельно допустимой концентрации (M_{ПДК}) и предельно допустимого загрязнения (M_{ПДВ}) (Гаев, 1989; Гаев и др., 2018). M_{ПДК} вычисляется как произведение концентрации загрязнителя и значения модуля водного стока с исследуемой площади (M_{вс}). Если допустимая минерализация питьевых вод равна 1 г/л, то ее умножение на M_{вс} даст значение M_{ПДК}, а его разность с модулем химического стока (M_{ПХС}) с этой территории – значение M_{ПДВ}:

$$M_{ПДВ} = M_{ПДК} - M_{ПХС}. \quad (3)$$

Величина M_{ПДВ} отражает экологическую емкость территории. При росте техногенной нагрузки запас экологической емкости снижается. Поэтому требуется непрерывно следить за ее величиной и картографировать ситуацию, разрабатывая мероприятия по за-

щите, рациональному использованию подземных вод и размещению экологически опасных объектов. Фрагмент схемы типизации территории Южного Предуралья (рис. 3) отражает изменения параметров $M_{\text{ПДВ}}$ от водосборов к долинам рек от $M_{\text{ПДВ}} = 50 \div 70$ до $M_{\text{ПДВ}} \leq 5$ т/км²·год. Районы, где подземные воды защищены от загрязнения, рекомендованы к хозяйственному использованию, а незащищенные – к защите. Региональная оценка ситуации нужна для разработки стратегии рационального использования и защиты водных ресурсов от загрязнения. Затраты на предупредительные меры в разы меньше средств на ликвидацию последствий аварий. Поэтому прогноз и предупреждение негативных ситуаций – это важнейший элемент стратегии водопользования.

Для маловодного Южного Предуралья наиболее важной проблемой является обеспечение населения водой питьевого качества в периоды летней межени и часто повторяющихся засух. Это обусловлено приуроченностью региона к степным и сухостепным районам с полуаридным климатом и количеством осадков в два-три раза меньше величины испаряемости (Гаев и др., 2015; Куделина, 2015). Воды аллювия в поймах рек являются главным источником водоснабжения населения. Они взаимосвязаны с речными водами и аналогичны им по составу (Куделина, 2015). Уровень воды в инфильтрационных водозаборах, расположенных в поймах рек, взаимосвязан с уровнем воды в реках. Поэтому проблему дефицита воды в периоды засухи и летней межени предлагается решить путем восполнения запасов подземных вод на действующих водозаборах за счет частичной аккумуляции паводковых вод, поскольку на период коротких весенних паводков приходится от 70 до 95 % годового водного стока.

Этот вопрос рассмотрен нами на примере Оренбургской городской агломерации, расположенной в бассейне р. Урал в южной части региона. В половодье река пропускает более 80% годового стока, а в межень мелеет.

Агломерация расположена в условиях полуаридного климата, в бассейне р. Урал. Количество осадков здесь в 2-3 раза меньше испаряемости. Основные инфильтрационные водозаборы расположены в поймах рек.

Уровни вод в водозаборных скважинах зависят от уровня в реке, и в межень те и другие снижаются.

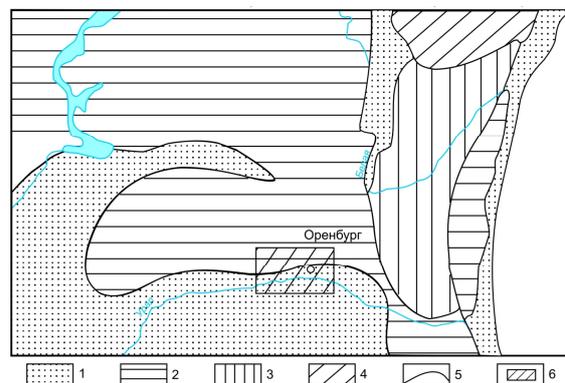


Рис. 3. Схематическая карта защищенности подземных вод от загрязнения территории Южного Предуралья (составили Е.В. Лихненко и А.Я. Гаев, нами внесены уточнения и дополнения). Защищенность подземных вод, оцениваемая как в $M_{\text{нов}}$, т/км² в год: 1 – отсутствует < 5; 2 – слабая, 5–20; 3 – недостаточная, 20–50; 4 – хорошая, 50–70. 5 – границы территорий, отличающихся по защищенности; 6 – границы Оренбургской городской агломерации

По классификации Н.С. Курнакова – М.Г. Валяшко, воды реки и аллювия относятся к сульфатно-натриевому типу. Приходные статьи баланса водоносного горизонта (A) – это осадки (X), конденсация (K) и притоки подземных вод (P):

$$A = X + K + P \quad (4)$$

Расход воды (B) осуществляется за счет испарения (Z), поверхностного (V) и подземного стока (f):

$$B = V + Z + f \quad (5)$$

Общий объем влаги в засуху и расход воды в реке (B) значительно меньше, чем во влажные годы. В замкнутом бассейне общее уравнение годового водного баланса выглядит так:

$$X + K + P = V + Z + f \pm \Delta W \quad (6)$$

где $+\Delta W$ и $-\Delta W$ – годовое накопление или расходование влаги.

Элементы водного баланса определены с помощью приборов. В летнюю межень и жару потребность в воде растет, а уровень воды в реках и в аллювиальном водоносном горизонте значительно снижается (рис. 4) (Куделина, 2015).

При чрезмерном водоотборе происходят перетоки вод из смежных горизонтов, включая воды содового типа из пермских отложений и соленые воды из переуглублённых участков речных долин, образованных при размыве соляных куполов. От источников загрязнения поступают воды с повышенной жесткостью и минерализацией.

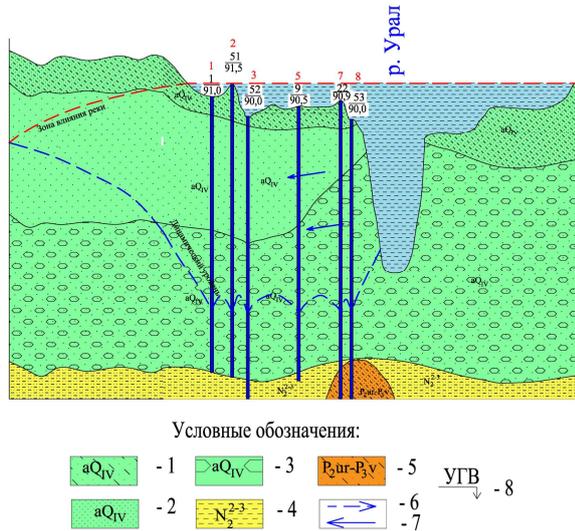


Рис. 4. Схема взаимосвязи аллювиальных и речных вод в межень. Состав пород: 1 – суглинки; 2 – пески; 3 – галечники; 4 – глины. Направление движения вод: 6 – при естественном и 7 – нарушенном режиме; 8 – уровень вод

В паводки запасы вод аллювиального водоносного горизонта восполняются, а их качество улучшается (рис.5).

Это говорит о возможности стабилизировать ситуацию за счет восполнения запасов подземных вод. Максимальный подъем уровня воды р. Урал у Оренбурга зафиксирован в 1942 г. и составил 842 см, а в среднем ежегодно амплитуда изменения уровня воды в Урале составляет 460 см.

Разница статического и динамического уровней водозаборных скважин еще значительнее (рис. 5 и 6). Рекомендуется построить на Урале каскад небольших плотин с подъемом уровня воды в реке всего на 3 м, чтобы стабилизировать работу водозаборов, не затопив высокую пойму.

При этом будут восполнены запасы подземных вод за счет частичной аккумуляции паводковых вод, что стабилизирует производительность водозаборов и улучшит качество их вод.

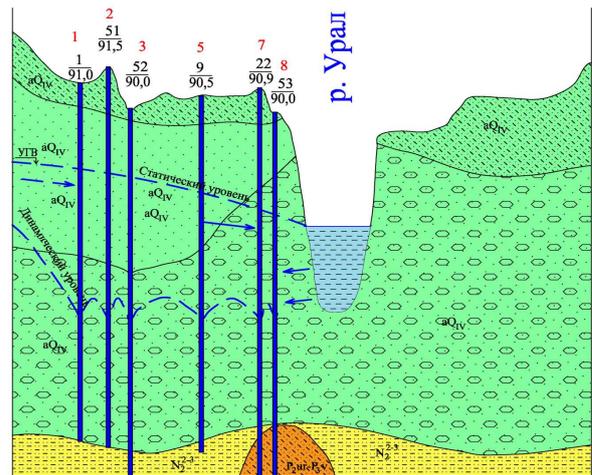


Рис. 5. Схема взаимосвязи аллювиальных и речных вод в паводки (условные знаки на рис. 5)

Выводы

На основе охарактеризованных методологии и методических приемов можно решить наиболее актуальные проблемы маловодных районов Южного Предуралья за счет восполнения запасов аллювиальных вод на действующих водозаборах. При подъеме уровня воды в поверхностных водоемах поднимается уровень аллювиальных вод и за счет увеличения гидравлического градиента растет интенсивность водопритоков к водозаборным сооружениям. В процессе инфильтрации и фильтрации через аллювий из вод удаляются взвешенные частицы, а за счет хемосорбционных свойств пласта-коллектора – загрязняющие вещества: тяжелые металлы, хлориды, сульфаты, нефтепродукты, фенолы и др. Самоочищающая способность аллювия обеспечивается примесью в нем глинистой фракции с повышенной физико-химической активностью. Геохимический барьер формируется в пределах блока аллювиальных отложений, который оказался подтопленным в связи с подъемом уровня воды в водоеме (водохранилище), питающем инфильтрационный водозабор.

Библиографический список

- Вернадский В.И. История природных вод: в 2 кн. / Ин-т геол. наук НАН Украины. Киев, 2012. Кн. 1. 754 с.; Кн. 2. 350 с.
- Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 2007. 448 с.

Гаев А.Я. Гидрогеохимия Урала и вопросы охраны подземных вод Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1989. 368 с.

Гаев А.Я., Тихоненко М.А., Килин Ю.А. Фундаментальные и прикладные проблемы гидросферы. Ч. II. Экологические проблемы: учеб. пособие. М.: Университетская кн., 2018. 200 с.

Гаев А.Я. Об эколого-геологических науках и их месте в естествознании // Вестник Перм. ун-та. Геология. 1999. Вып. 3. С. 257–270.

Гаев А.Я., Куделина И.В., Леонтьева Т.В. О методах гидрогеологических исследований урбанизированных и горнодобывающих районов Оренбуржья // Развитие минер.-сырьевой базы Сибири: матер. форума, посвящ. 150-летию акад. В.А. Обручева, 130-летию акад. М.А. Усова и 120-летию проф. Н.Н. Урванцева. Томск, 2013. С. 473–476.

Гридин В.И. Геологическое дешифрирование материалов дистанционного зондирования/МИНГ им. И.М. Губкина. М., 1988. 88 с.

Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. Л.: Гидрометеодиздат, 1987. 247 с.

Зекцер И.С. Подземные воды как компонент окружающей среды. М.: Научный мир, 2001. 328 с.

Куделина И.В. Методика гидрогеологических исследований территории Оренбургской городской агломерации // Известия вузов Кыргызстана. 2018. №1. С. 88–91.

Методические рекомендации «Комплексное определение антропогенной нагрузки на водные

объекты, почву, атмосферный воздух в районах селитебного освоения», утвержденные Госкомсанэпиднадзором России 26.02.96 № 01-19/17-17.

Минкин Е.Л. Гидрогеологические расчеты для выделения зон санитарной охраны водозаборов подземных вод. М., Недра, 1967. 124 с.

Овчинников А.М. Гидрогеохимия. М.: Недра, 1970. 200 с.

Питьева К.Е. Гидрогеохимические аспекты охраны геологической среды. М.: Наука, 1984. 221 с.

Самарина В.С., Гаев А.Я., Нестеренко Ю.М. и др. Техногенная метаморфизация химического состава природных вод (на примере эколого-гидрогеохимического картирования бассейна Урала, Оренбургская область). Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1999. 444 с.

Хаустов А.П., Редина М.М. Охрана окружающей среды при добыче нефти. М.: Изд-во «Дело», 2006. 544 с.

Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. 2-е изд., исправл. и доп. М.: Недра, 1998. 366 с.

Jacobsen J.S. Carnahan C.L. Coupled Transport Processes in Semi permeable Media. Analytical Solutions of the Linearized Governing Equations. Report of Lawrence Berkeley Laboratory, LBL 24725, UC – 403, 1990. 22 p.

Mann R.E. Global Environmental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase GSCOPE. Rep. 3. Toronto, 1973. 130 p.

About the Methods and Methodology of Hydrogeological Studies of Territory of the South Urals

I.V. Kudelina

Institute of Environmental Problems of the Hydrosphere at OSU.

13 Pobedy Ave , Orenburg 460018, Russia

E-mail: kudelina.inna@mail.ru

Providing the population with drinking water is an urgent problem in the areas of the South Urals. It escalates during the dry periods of the summer low water. An analysis of the situation, performed by the author on the example of the Orenburg agglomeration, indicates the possibility of solving this problem by recovery of the water reserves of the existing alluvial water intakes by the accumulation of part of the flood flow. When the water level rises in the river, the groundwater level rises and water inflows to the water wells increase. When water filtering through alluvium they clean themselves from pollutants. Therefore, during groundwater recovery process in the flood period, resources increase and the quality of drinking water improves.

Key words: *Southern Urals; recovery of reserves; drinking water; water intakes.*

References

Vernadskiy V.I. 2012. Istoriya prirodnykh vod [History of natural waters]. Institut Geologicheskikh nauk NAN Ukrainy. Kiev, Book. 1. P. 754. (in Russian)

Vsevolozhskiy V.A. 2007. Osnovy gidrogeologii [Fundamentals of hydrogeology]. Publishing House of Moscow State University, Moskwa, p. 448. (in Russian)

Gaev A.Ya. 1989. Gidrogeokhimiya Urala i voprosy okhrany podzemnykh vod [Hydrogeochemis-

try of the Urals and groundwater conservation issues]. Ural University Publishing House, Sverdlovsk, p. 368. (in Russian)

Gaev A.Ya., Tikhonenko M.A., Kilin Yu.A. 2018. Fundamentalnye i prikladnye problemy gidrosfery. Ch. II. Ecologicheskie problemy [Fundamental and applied problems of the hydrosphere. Part II. Environmental problems]. Universitetskaya kniga, Moskva, p. 200. (in Russian)

Gaev A.Ya. 1999. Ob ekologo-geologicheskikh naukakh i ikh meste v estestvoznaniy [On the ecological and geological sciences and their place in the natural sciences]. Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya. 3:257-270. (in Russian)

Gaev A.Ya., Kudelina I.V., Leontyeva T.V. 2013. O metodakh gidrogeologicheskikh issledovaniy urbanizirovannykh i gornodobivayushchikh rayonov Orenburzhya [About the methods of hydrogeological studies of urbanized and mining areas of the Orenburg region]. In: Razvitie mineralno-syrevooy bazy Sibiri. TPU, Tomsk, pp. 473-476. (in Russian)

Gridin V.I. 1988. Geologicheskoe deshifirovanie materialov distantsionnogo zondirovaniya [Geological interpretation of remote sensing materials]. MING after Gubkin, Moskva, p. 88. (in Russian)

Goldberg V.M. 1987. Vzaimosvyaz zagryazneniya podzemnykh vod i prirodnoy sredy [The relationship of groundwater pollution and the environment]. Gidrometeoizdat, Leningrad, p. 247. (in Russian)

Zektser I.S. 2001. Podzemnye vody kak component okruzhayushchey sredy [Groundwater as a component of the environment]. Nauchnyy mir, Moskva, p. 328. (in Russian)

Kudelina I.V. 2015. Metodika gidrogeologicheskikh issledovaniy territorii Orenburgskoy gorodskoy aglomeratsii [Methodology of hydrogeological studies of the Orenburg agglomeration]. University proceedings. Bishkek, n. 1. (in Russian)

Metodicheskie rekomendatsii «Kompleksnoe opredelenie antropogennoy nagruzki na vodnye obyekty, pochvu, atmosferynyy vozdukh v rayonakh selitebnogo osvoeniya» [Methodical recommendations: Comprehensive determination of the anthro-

pogenic load on water resources, soil, atmospheric air in areas of residential development]. Goskomsanepidnadzor of Russia, 1996, N. 01-19 / 17-17. (in Russian)

Minkin E.L. 1967. Hidrogeologicheskie raschyoty dlya videleniya zon sanitarnoy okhrany vodozaborov podzemnykh vod [Hydrogeological calculations for the allocation of zones of sanitary protection of the groundwater intakes]. Nedra, Moskva, p. 124. (in Russian)

Ovchinnikov A.M. 1970. Hidrogeokhimiya [Hydrogeochemistry]. Nedra, Moskva, p. 200. (in Russian)

Pityeva K.E. 1984. Hidrogeokhimicheskie aspekty okhrany geologicheskoy sredy [Hydrogeochemical aspects of the protection of the geological environment]. Nauka, Moskva, p. 221. (in Russian)

Samarina V.S., Gaev A.Ya., Nesterenko Yu.M. et al. 1999. Tekhnogennaya metamorfizatsiya khimicheskogo sostava prirodnykh vod (na primere ekologo gidrogeokhimicheskogo kartirovaniya basseyna Urala, Orenburgskaya oblast) [Technogenic metamorphization of the chemical composition of natural waters (on the example of ecological-hydrogeochemical mapping of the Urals basin, Orenburg region)]. Publishing House of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, p. 444. (in Russian)

Khaustov A.P., Redina M.M. 2006. Okhrana okruzhayushchey sredy pri dobyche nefi [Environmental protection in oil production]. Case, p. 544. (in Russian)

Shvartsev S.L. 1998. Hidrogeokhimiya zony gipergeneza [Hydrogeochemistry of the hypergenesis zone]. Nedra, Moskva, p. 366. (in Russian)

Jacobsen J.S., Carnahan C.L. 1990. Coupled transport processes in semi permeable media. Analytical solutions of the linearized governing equations. Report of Lawrence Berkeley Laboratory, LBL - 24725, UC - 403, p. 22.

Mann R.E. 1973. Global environmental monitoring system (GEMS). Action Plan for Phase GSCOPE. Rep. 3. Toronto, p. 130.