

УДК 556.5.012

**ИНСТИТУТ ГИДРОГЕОЛОГИИ И ГИДРОФИЗИКИ
ИМ. У. М. АХМЕДСАФИНА – 2003–2005 ГГ. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.
ПРОГРАММА «ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ КАЗАХСТАНА: ЗАКОНОМЕРНОСТИ
ФОРМИРОВАНИЯ, РЕСУРСЫ, РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
И УЛУЧШЕНИЕ ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ»**

Для Казахстана водные проблемы стоят в ряду высших приоритетов государства, определенных как в программе фундаментальных исследований (ПФИ), так и в программе действий Правительства Республики Казахстан на 2003–2005 и последующие годы. Эта же задача была определена Президентом Республики Казахстан в долгосрочной стратегии «Казахстан–2030» и принята за основу в «Водной стратегии – Казахстан–2030».

В этой связи Проектом, принятым Министерством образования и науки РК на 2003–2005 гг., предусмотрено решение сложных научных задач по установлению закономерностей формирования подземных вод, совершенствованию методов оценки и определения ресурсов подземных вод, условий их рационального использования и улучшению экологической обстановки в разных регионах страны.

Большая часть территории республики расположена в аридной зоне, где подземные воды часто являются единственным надежным источником водоснабжения. Для правильного планирования водохозяйственной деятельности, оптимального использования водных ресурсов, предотвращения возможных негативных процессов и выработки рекомендаций по снижению риска необходимо опираться на научно обоснованные оперативные и долгосрочные прогнозы. Получение достоверных прогнозов возможно только при использовании средств вычислительной техники, методов математического и геоинформационного моделирования. Наш опыт показывает, что наиболее эффективным является совместное применение различных методов и средств. В связи с этим разработка, развитие и совершенствование теоретических основ и экспериментальное обоснование комплексного использования мате-

матических моделей гидрогеологических процессов и геоинформационных систем являются весьма актуальными.

Интенсификация использования водно-земельных и минеральных ресурсов Казахстана способствует прогрессирующему техногенному изменению в районах месторождений полезных ископаемых гидрологических и гидрогеологических условий, нарушению и перестройке взаимосвязи поверхностных и подземных вод, их водно-солевого режима и в конечном итоге их загрязнению и истощению. Проводимые в последние десятилетия в этих районах водохозяйственные мероприятия позволили создать здесь крупные агропромышленные комплексы, которые способствовали ухудшению экологической, санитарной и социально-экономической обстановки.

В создавшейся ситуации необходимо формирование единой стратегии прогнозирования, оценки существующего уровня, регулирования и управления всеми техногенными воздействиями и процессами и, прежде всего, техногенными гидрогеологическими. Большой вклад в разработку методологического и методического обеспечения этой стратегии внесли авторы в ходе выполнения фундаментальных исследований в предыдущие годы.

В настоящее время многие крупные населенные пункты и регионы Казахстана испытывают острый дефицит в качественной питьевой воде, что влечет за собой значительное ухудшение экологической обстановки, способствует возникновению различных водных инфекций. Это, естественно, ухудшает санитарно-эпидемиологический климат. Питьевая вода становится важнейшей проблемой.

В связи с этим исследования с целью анализа современного состояния питьевого водоснаб-

жения районов месторождений полезных ископаемых Казахстана, оценки роли подземных и поверхностных вод и степени обеспеченности их прогнозными ресурсами и эксплуатационными запасами потребностей населения в водах хозяйственно-питьевого назначения, несомненно, актуальны и представляют огромный научный и практический интерес.

Подземный водный и гидрохимический стоки и их баланс, разработка мероприятий по улучшению гидрогеоэкологических условий использования водных ресурсов недр для быстро растущего региона составляют важную часть научных работ в общем комплексе исследований в Каспийском регионе, которые позволят в ближайшей и отдаленной перспективе планировать и координировать природоохранные мероприятия, использовать реальные возможности в водохозяйственной сфере для обеспечения устойчивого и сбалансированного функционирования природно-экологической системы западной части республики. На огромной площади, составляющей более чем 710 тыс. км², доброкачественные источники водоснабжения распределены крайне неравномерно и выявление их ресурсов сопряжено со значительными трудностями по выявлению их ресурсов. Если говорить о поверхностном стоке, то он достаточно хорошо изучен и его возможности в настоящее время используются оптимально. Что же касается подземных вод, то их широкое использование только предстоит. Несмотря на то, что как в целом по всему Казахстану, так и по его западной части общая величина извлечения доброкачественных подземных вод для различных нужд все еще невелика и составляет на сегодняшний день 12–13% от разведанных эксплуатационных запасов. Складывающаяся здесь обстановка с водными ресурсами весьма сложная. Факты подтверждают, что дальнейшее устойчивое развитие данной территории невозможно без широкого использования доброкачественных подземных вод.

Особое внимание уделялось изучению гидрогеологического строения артезианских бассейнов Южного Казахстана, выявлению новых, неучтенных ранее областей их питания, детальному изучению условий образования глубокого подземного стока. Решение последней задачи потребовало применения новых методических подхо-

дов, детального изучения гидрогеологических условий зоны контакта артезианских бассейнов с горноскладчатыми областями.

Результаты фундаментальных исследований по закономерностям формирования подземных вод Северного Казахстана представляют несомненный интерес для специалистов других подобных регионов и подобных аридных стран.

Интересны результаты фундаментальных исследований по решению вопроса питьевого водоснабжения столицы республики Астаны за счет подземных вод различных типов. Как показали исследования, термальные подземные воды Павлодарской области Северного Казахстана могут служить надежной основой решения водоснабжения, теплофикации и даже орошения.

Подземные воды артезианских бассейнов Туранской плиты представляют огромный интерес с практической точки зрения и являются источниками водоснабжения населения и отраслей промышленности на юге, юго-западе и западе территории Казахстана. Несмотря на рассмотрение артезианских бассейнов во многих монографических трудах, на сегодняшний день не было обобщений в целом по всей Туранской плите. Выявление условий формирования и распространения подземных вод такого крупного гидрогеологического региона, включающих различные типы артезианских бассейнов, являющейся многослойной водонапорной системой имеет теоретическое и практическое значение с точки зрения выработки новых методологических подходов изучения гидрогеологических систем.

Институтом и соисполнителями (СКГУ, КазНТУ) по программе разрабатывалось 6 тем, взаимосвязанных единой целью – обоснованное решение проблемы обеспечения страны экологически чистыми подземными водами, разработка мер по защите подземных вод от истощения и загрязнения.

В соответствии с развернутым планом работ на 2003–2005 гг. выполнены все запланированные объемы.

Для достижения поставленных целей в соответствии с программой поэтапно выполнены научные исследования по следующим темам:

Разработка теоретических основ и экспериментальное обоснование комплексирования математических моделей гидрогеологических процессов и геоинформацион-

ных систем. Руководитель – академик НАН РК В. В. Веселов.

Разработаны и развиты теоретические основы, программные средства, методика и технология автоматизированного проектирования математических моделей гидрогеологических объектов.

Проведены исследования по автоматизации полевых гидрогеологических работ с использованием систем глобального позиционирования, интегрированных с мобильными вычислительными устройствами для создания геоинформационно-математических моделей гидрогеологических объектов.

Выполнена апробация разработок в процессе моделирования ртутного загрязнения подземных вод северной части Павлодарского промышленного района и моделирования гидрогеолого-мелиоративных условий Акдалинского массива орошения

Результаты исследований могут быть использованы при разработке автоматизированных постоянно действующих эколого-гидрогеологических моделей неблагоприятных регионов Казахстана (Приаралье, Семипалатинский полигон, Карагандинский промрайон, побережье Каспийского моря и т.п.), а также в процессе разработки ГИС различного назначения.

Дальнейшие исследования в области моделирования предполагается вести в направлении разработки, развития и совершенствования теоретических основ структурного моделирования процессов загрязнения подземных вод в экологически неблагоприятных регионах Казахстана.

Выявить закономерности формирования и изменения гидрогеологических условий районов месторождений полезных ископаемых Казахстана на основе разработанных моделей прогноза и управления техногенными гидрогеологическими процессами и дать оценку их водообеспеченности. Руководитель – д.т.н., профессор Т. Т. Махмутов.

Исследованы роль и интенсивность проявления процессов формирования и изменения гидрогеологических условий под влиянием техногенеза в различных регионах Казахстана, включая экологически неблагоприятный бассейн Аральского моря, горнорудные и нефтегазодобывающие районы.

Изучены общие тенденции пространственно-временного изменения водно-солевого режима грунтовых вод осушающегося дна Аральского моря на основе установления пространственно-временной функциональной зависимости уровня и солености грунтовых вод в процессе осушки дна моря.

Основными факторами, формирующими режим уровня грунтовых вод осушающегося дна Аральского моря, являются процессы эвапотранспирации, конденсации, атмосферного питания и подземного водопритока.

Районы горнорудных месторождений в период эксплуатации (а в современных экономических условиях и ликвидации) подвергаются интенсивной техногенной нагрузке, значительно изменяющей облик ландшафтов прилегающих территорий, режим и химический состав подземных вод, поэтому при разработке схемы районирования по степени антропогенной нагрузки горнорудных районов Казахстана необходимо фактически выполнять районирование техногенно измененного состояния ландшафтов с учетом взаимосвязи с подземными водами.

Разработаны основы геоэкологического районирования горнорудных и экологически нарушенных районов Казахстана. Проанализированы гидрогеологические условия и факторы формирования химического состава подземных вод на месторождении Коксу в Южном Казахстане.

Несмотря на небольшой вынос с рудничными водами свинца и цинка, в условиях консервации происходит интенсивное разрушение свинцово-цинкового месторождения Коксу.

Выполнена научная оценка воздействия разработки гидрогенных урановых месторождений на подземные воды на примере месторождения Инкай. Определено также воздействие на окружающую среду ликвидации рудника Текели.

Эксплуатация месторождений Текели и Западное Текели привела к созданию одной общей для них системы горных выработок, которые вытянулись на расстояние 3800 м с запада на восток и 600 м с севера на юг. Горные выработки образовали единую систему сбора, накопления и отвода подземных вод. По результатам гидрогеологического обследования подземных горных выработок для обоснования ликвидации рудника Текели эта система условно разделена

на четыре относительно обособленных друг от друга водоприменные системы.

Выполнен анализ гидрогеологической изученности месторождения Инкай на участке первоочередного освоения № 1. Дано обоснование объекта, по отношению к которому на месторождении производится оценка воздействия разработки рудной залежи и строится система охранных мероприятий. В качестве такового выступают подземные воды уванасского горизонта – единственного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения в районе.

Разработка рудных залежей на Соколовском подземном руднике (СПРУ) с 1998 г. ведется системой отработки с принудительным обрушением руды и вмещающих пород. При этой системе отработки неизбежными становятся выход воронок обрушения на дневную поверхность и формирование зоны обрушения на шахтном поле СПРУ. Соответственно на определенные этапы отработки панелей существует угроза прорывов в выработки скопившихся в воронках обрушения вод и насыщенных водой и изменивших свои физико-механические свойства мезозой-кайнозойских отложений. На начальном этапе изучения этой проблемы решается задача подтверждения поступления в очистное пространство подземных вод из олигоценного горизонта уже на современном этапе отработки месторождения.

Теоретическая и методическая проработанность проблемы интерпретации результатов опытно-фильтрационного опробования (ОФО) применительно к различным схемам фильтрации ПВ в слоистых толщах в настоящее время крайне неравномерна. Соответственно по-разному необходимо строить оценки погрешностей фильтрационных и емкостных параметров многослойных толщ применительно к каждой конкретной схеме фильтрации; в одних случаях возможны и целесообразны оценки случайных погрешностей таких параметров при интерпретации результатов ОФО, в других требуется уточнение исходной модели фильтрации для исключения систематических погрешностей.

Рассмотрены обоснование, организация и результаты производственного мониторинга качества подземных (шахтных) вод в процессе затопления рудников Миргалымсайского месторождения выше 13-го горизонта. В результате производственного мониторинга подземных (шах-

ных) вод на рудном поле Миргалымсай в 2003–2004 гг. установлено, что:

1. Затопление горных выработок произошло значительно быстрее, чем прогнозировалось; к концу первого года ликвидационных работ уровень шахтных вод в горных выработках восстановился до 3-го горизонта и выше, т.е. практически достиг отметок на ненарушенный режим подземных вод. Обусловлено это, в первую очередь, экстремальным (по величине и продолжительности) паводком, а также переводом паводкового стока в горные выработки. Подтвердилась тесная гидравлическая связь р. Баялдыр с горными выработками. Вся масса закладочного материала, потенциально выступающего как угроза загрязнения подземных вод месторождения Миргалымсай, оказалась под водой.

2. Перевод высококачественных снеготалых вод в паводок в горные выработки обеспечил, с одной стороны, быстрое затопление горных выработок и уход под воду закладочного материала, а с другой – большую экологическую емкость шахтных вод, которые могут растворить значительное количество закладочного материала без потери своего качества (по значениям ПДК загрязняющих компонентов из закладочного материала).

3. За первый год затопления горных выработок практически полностью восстановился родниковый сток в районе г. Кентау.

4. Подземные и шахтные воды в большинстве имеют качество, удовлетворяющее требованиям, предъявляемым к питьевым водам. Качественные показатели подземных и шахтных вод стабилизировались на этом уровне на конец периода затопления горных выработок и заполнения депрессионной воронки.

5. Поверхность подземных вод в районе рудников Миргалымсайского месторождения на конец периода затопления горных выработок восстановилась до отметок, характерных для ненарушенного их режима (уровень шахтных вод колеблется между 2-м и 3-м горизонтами); депрессионная воронка полностью заполнилась. В настоящее время режим подземных вод на месторождении Миргалымсай слабо нарушен водоотбором из шахтных стволов.

Проведена оценка степени обеспеченности областей Южного Казахстана и горно-промышленных районов водами хозяйственно-питьевого назначения.

Выполнен сравнительный анализ величин потребности с величинами прогнозных ресурсов и разведанных запасов подземных вод на территории административной области. Фактически распределение подземных вод и потребности в них в пределах отдельных районов и областей крайне неравномерны. На территории областей, в целом надежно обеспеченных подземными водами питьевого качества, могут быть районы или участки, испытывающие острый дефицит в питьевых водах.

Подземные воды западной части Казахстана: закономерности формирования ресурсов, водный и гидрохимический стоки и их баланс, улучшение гидрогеоэкологических условий использования. Руководитель – д.г.-м.н. М. А. Мухамеджанов.

В процессе исследования подземного водного и солевого стока территории западной части Республики Казахстан выявлены общие процессы формирования подземного стока зоны интенсивного водообмена огромной территории и условия его локализации.

Среди природных факторов, совокупное воздействие которых на процесс подземного стока способствует его формированию и пространственно-временному распределению, основное значение имеет общее увлажнение территории, обеспечивающее потенциальную возможность питания подземных вод.

Современные условия восполнения, транзита и локализации подземного стока создались после завершения крупной фазы герцинской складчатости в конце среднего – начале верхнего палеозоя (главным образом, в карбоне), когда на северо-востоке региона образовалась мощная область формирования пресных инфильтрационных вод – Уралтауская горноскладчатая система и ее южное продолжение – обширная Уралтау-Мугоджарская зона. Вся остальная преимущественно низменная равнинная территория длительное время находилась в условиях, не благоприятных для формирования интенсивного подземного стока. Только после очередной фазы киммерийской складчатости, проявившейся в поздне триасовое время, к ранее существовавшей горно-островной суши добавилась территория современного Мангистау (современный Каратау). В эту и последующую юрскую эпоху площадь суши увеличилась, охватив значительную

часть Центрального Мангистау, Центрального Устюрта, Сев. Бозачи, отдельных районов северо-восточной и восточной окраин Прикаспийской впадины. На всех этих обширных пространствах раскрытого залегания донижнеюрских отложений формировались слабоминерализованные (до 2–3 г/л) инфильтрационные воды.

В обширных мелкосопочных районах Актюбинского Приуралья и Уралтау-Мугоджар, характеризующихся благоприятными условиями расчлененности рельефа, наличием скальных трещиноватых, подверженных процессам выветривания пород, условия формирования подземного стока оказались наилучшими. В местах, где широкое распространение имели трещинные коллектора, сверху не были перекрыты глинистым плащом, в результате поглощения значительного количества осадков холодного периода в годовом цикле формировался усиленный сток подземных вод в зоне интенсивного водообмена. Величина модуля подземного стока здесь колеблется от 0,5 до 1,5 л/(с · км²).

Довольно хорошие условия для формирования подземного стока среди мелкосопочных равнин имеют речные долины, сложенные хорошо проницаемыми аллювиальными песчано-галечниковыми отложениями. Почти все реки, стекающие с территории Уралтау-Мугоджар, аккумулируют в своих руслах довольно значительные водные ресурсы хорошего качества, пригодные для питьевых целей.

Низменные равнины, сложенные молодыми осадками и представленные песчано-глинистыми отложениями, менее благоприятны для формирования в них значительного подземного стока. Питание их в основном носит очаговый характер и происходит в участках понижений рельефа за счет инфильтрации атмосферных осадков холодного периода года. Размеры пополнения их редко превышают 5–8 мм/год. В условиях аридности климата и ограниченности атмосферных осадков слабая фильтрационная способность водовмещающих пород здесь не способствует формированию активного подземного стока, поэтому суммарный подземный сток и модули подземного стока этих территорий низкие и редко превышают 0,1 л/(с · км²).

Общий суммарный подземный сток с территории западной части Казахстана преимуще-

ственно пресных вод составил 101,8 м³/с, или 3 190,4 млн м³/год.

Общая суммарная величина подземного химического стока с территории западной части Казахстана для зоны активного водообмена составляет 281 138,21 г/с, или 8301,4 млн кг/год солей. Средние модули подземного химического стока варьируют в широких пределах, г/(с · км²): 0,01 – 0,7 для Уралтау-Мугоджар; 0,15 – 0,7 Каратау-Северо-Актауского низкогорного района; 0,2 – 1,0 для возвышенных равнин С и СВ борта Прикаспийской впадины и Западного Предуралья; 0,15 – 0,7 для возвышенных денудационных плато Южного Мангистау и Устюрта.

Гидрогеоэкологическое состояние западной части Казахстана находится в условиях высокого риска. Техногенный пресс на экосистемы на суше, в прибрежной зоне и акватории Каспийского моря постоянно возрастает, что таит в себе угрозу для сохранности уникальной фауны и флоры бассейна. С учетом того, что вся территория Северного Каспия принадлежит так называемой заповедной зоне, проблема охраны окружающей среды здесь представляет первостепенное значение. Анализ степени загрязненности морских, поверхностных и подземных вод и всей окружающей среды свидетельствует о том, что водные экосистемы находятся в начальной стадии деградации. Уровни ПДК вредных веществ в них уже достигли нижних пределов, разрешенных нормативными актами. Чтобы приостановить дальнейшее ухудшение экологической обстановки в регионе, необходимо ужесточить требования ко всем хозяйствующим субъектам и принять превентивные меры на межгосударственном уровне.

Закономерности формирования, оценка, рациональное использование ресурсов подземных вод артезианских бассейнов Южного, Юго-Восточного Казахстана. Руководитель – академик НАН РК А. К. Джакелов.

Результаты исследований позволили существенно уточнить гидрогеологические условия артезианских бассейнов Южного, Юго-Восточного Казахстана, более глубоко разобраться в вопросах формирования их подземных вод, дать обоснованную (на сегодняшней стадии изученности) количественную оценку естественных (возобновляемых) и прогнозных эксплуатационных их ресурсов. Ежегодно возобновляемые их ре-

сурсы определены в 532,6 м³/с, прогнозные эксплуатационные – 1265,7 м³/с, в том числе с минерализацией до 1 г/л – 835,0 м³/с.

Особую ценность представляют ресурсы пресных подземных вод, выявленные в экологически неблагоприятных районах Восточного Приаралья, Или-Балхаша, а также в безводной северной половине многих артезианских бассейнов, где нехватка доброкачественных источников питьевой воды является серьезной социальной проблемой.

Выявленные дополнительные эксплуатационные ресурсы подземных вод в густонаселенных предгорных районах Южного Казахстана открывают новые перспективы улучшения водообеспеченности крупных городов, таких, как Алматы. Здесь в условиях рыночной экономики наметились тенденции стремительного роста численности проживающего населения, развития многих отраслей промышленности средних и мелких предприятий, в том числе по переработке сельскохозяйственных продуктов и др. Помимо отмеченного, результаты научных исследований могут быть использованы планирующими и водохозяйственными органами республики при разработке водохозяйственной политики страны в связи с интенсивным освоением стока трансграничных рек в соседних странах, выборе направлений прикладных исследований, поисковых и разведочных работ на подземные воды.

Закономерности формирования подземных вод Северного Казахстана и их рациональное использование. Руководитель – академик НАН РК С. М. Мухамеджанов.

Проблемы гидрогеологии Северного Казахстана, являющегося, по существу, южным окончанием Западно-Сибирской низменности, имеют исключительное значение с точки зрения водных ресурсов, их залегания, распространения, формирования, поскольку подземные воды, если учесть сложившееся антропогенное воздействие на экологию, – один из основных источников водообеспечения.

Выполняемые в Северном Казахстане созданной в 2000 году в СКГУ лабораторией гидрогеологических исследований научно-исследовательские работы позволили проанализировать сложившиеся в гидрогеологии научные положения и высказать принципиальные моменты при проведении гидрогеологических работ.

Изучение структурно-гидрогеологических закономерностей формирования и размещения ресурсов подземных вод меловых отложений артезианских бассейнов Туранской плиты. Руководитель – к.г.-м. н. Д. К. Калитов.

Исследованы структурно-гидрогеологические закономерности формирования и размещения ресурсов подземных вод меловых отложений артезианских бассейнов Туранской плиты на основе создания картографических моделей водоносных систем. В результате анализа геолого-структурных, палеогидрогеологических, гидрогеодинамических, гидрогеотермических, гидрогеохимических условий формирования подземных вод меловых отложений выявлены закономерности пространственного размещения подземных вод в природных резервуарах – регионально выдержанных водоносных комплексах в меловых отложениях Туранской плиты. Определены взаимосвязи геолого-структурных, тектонических, физико-географических, литолого-фациальных, физико-химических, гидрогеодинамических и других факторов и их влияние на формирование и последующее изменение качественных и количественных характеристик подземных вод.

Выполнен анализ накопленного фактического материала, составлены карты, раскрывающие структурные и гидрогеологические условия распространения водоносных систем. Составлены схематические карты, гидрогеологические разрезы по наиболее крупным артезианским бассей-

нам. Обработка и анализ собранных материалов позволили также выявить условия распространения напорных водоносных систем.

Установлены отдельные области артезианских бассейнов, уровень гидрогеологического освещения которых в изданных научных трудах, а также анализ имеющихся материалов пока не позволяют однозначно охарактеризовать условия распространения водоносных комплексов.

Результаты выявления структурно-гидрогеологических закономерностей формирования и размещения ресурсов подземных вод меловых отложений Туранской плиты позволяют в дальнейшем на новой основе оценить их естественные запасы и ресурсы, тем самым рассмотреть в современных условиях практическое значение и использование в питьевом водоснабжении, орошении земель, бальнеологии, выработке тепловой энергии из термальных вод, извлечении ценных компонентов из промышленных вод и т.д.

Анализ публикаций по всем темам исследований показывает достаточно высокий научно-технический уровень выполненных работ.

Экономическая эффективность проведенных исследований заключается в снижении трудозатрат при решении задач рационального использования и охраны подземных вод.

Поставленные цели и задачи на 2003–2005 гг. по ПФИ Ф.0294. выполнены полностью, полученные результаты имеют большое научно-практическое и социально-экономическое значение для страны.