

ОТЗЫВ

рецензента на диссертационную работу Рахимова Тимура Айткалиевича на тему «Научно-методические принципы анализа эксплуатации и мониторинга месторождений подземных вод с применением ГИС-технологий», представленную на соискание степени доктора PhD по специальности 6D075500 - Гидрогеология и инженерная геология

1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами (запросами практики и развития науки и техники)

Теоретически водные ресурсы неисчерпаемы, так как при рациональном использовании они непрерывно возобновляются в процессе круговорота воды в природе. Однако потребление воды растет такими темпами, что человечество все чаще сталкивается с проблемой, как обеспечить будущие потребности в ней. Во многих странах и регионах мира уже сегодня ощущается недостаток водных ресурсов, усиливающийся с каждым годом. Интенсивное развитие орошаемого земледелия и дренажа земель в государствах Центральной Азии при одновременном росте водопотребления на промышленные и коммунально-бытовые нужды вызвало увеличение объемов отбора пресных вод и сброса в водные источники загрязняющих веществ вместе с возвратными водами.

Одним из путей решения этой проблемы является более широкое использование подземных вод. Но массивированный водоотбор может нанести существенный ущерб окружающей среде и только усугубить не всегда благополучную экологическую ситуацию. Повысить обоснованность решений, принимаемых по использованию водных ресурсов, защите их от истощения и загрязнения возможно на основе применения современных компьютерных технологий и автоматизированных информационных и обрабатывающих систем – математического и геоинформационного моделирования, экспертных систем и баз данных, привлечения информационных ресурсов глобальных мировых и локальных сетей.

В связи с этим разработка теоретических концепций и методологических и методических подходов к использованию новейших информационных технологий в гидрогеологических исследованиях в Казахстане, учитывающих специфические особенности предметной области, разработка, адаптация инструментальных средств и апробация их в процессе моделировании техногенных объектов, имеющих важное народно-хозяйственное значение, являются весьма актуальным.

Актуальность диссертационного исследования и его темы связана с тем, что тема данных исследований направлена на разработку методики стадий анализа эксплуатации и мониторинга месторождений подземных вод с применением ГИС-технологий и компьютерного моделирования гидрогеологических систем, т.е. на решение весьма актуальных научных задач. А ее связь с запросами практики подтверждается прямой ссылкой на общегосударственную программу по водным ресурсам – «Генеральную схему комплексного использования и

охраны водных ресурсов» (Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 8 апреля 2016 года № 200), где в качестве первой основной задачи указано: 1) уточнение имеющихся ресурсов поверхностных и подземных вод, оценка уровня их использования.

2. Научные результаты в рамках требований к диссертациям (п. 1- 3 и. 5 Правил присуждения ученых степеней и паспортов соответствующих специальностей научных работников)

Цель диссертационной работы, сформулированная автором – разработка современных методов получения и обработки информации для ведения мониторинга и анализа эксплуатации месторождений подземных вод с применением ГИС-технологий и компьютерного моделирования – четко фиксирует круг решаемых задач и направленность полученных результатов.

Основными методическими результатами диссертации являются: 1. Разработка структуры ГИС и построение базы данных для решения гидрогеологических задач мониторинга Каскеленского месторождения подземных вод в программном комплексе ArcGIS; 2. Разработка в составе ГИС для решения гидрогеологических задач на основе базового ПО структуры баз данных: «Мониторинг», «Уровень», «Отбор», «SurfMapper», «Mapper3D». С использованием современной усовершенствованной трактовки принципов построения структуры баз данных для ведения гидрогеологического мониторинга месторождений подземных вод в программном комплексе ArcGIS и алгоритмов построения геофильтрационных моделей месторождений подземных вод на базе современного программного комплекса VisualModFlow и его постпроцессоров получен значимый практический результат – разработана и реализована автоматизированная система мониторинга скважин «Водозабор – ГИС - Модель». Эта система позволяет решать как задачи ведения мониторинга, так и осуществлять на основе математических моделей гидродинамические и гидрогеохимические прогнозы. Реализуемость и работоспособность разработанной системы подтверждена результатами ее применения для конкретного месторождения: модель Каскеленского МПВ для кратко- и долгосрочного прогнозирования режима подземных вод.

Поставленные в работе задачи соискателем были успешно решены. Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников. В конце каждого раздела приведены научно значимые, логично аргументированные выводы.

Во введении автором на основе глубокого анализа показана актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и основные задачи работы, научная новизна и основные научные положения, выносимые на защиту. Также показана практическая значимость результатов исследований и приведены достоверность и обоснованность научных положений, рекомендаций и выводов, приведены результаты работы, ее апробация, показывающие их соответствие требованиям комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК.

В первом разделе диссертантом изложены общие положения по ведению гидрогеологического мониторинга, его цели и задачи, выделены основные функции, объекты наблюдения и наблюдаемые показатели системы

мониторинга подземных вод. Подраздел 1.4 представляет авторскую классификацию по содержанию и структуре мониторинга месторождений подземных вод мониторинг месторождений подземных вод, эксплуатируемых крупными групповыми водозаборами. В представленных таблицах приводятся характеристики возможных изменений гидродинамических условий и качества подземных вод в зависимости от типа месторождения, возможные изменения отдельных компонентов природной среды при эксплуатации месторождений подземных вод. 3 класса мониторинга как результат обобщения этих таблиц выделяются по степени разведанности, надежности данных и вероятности влияния на окружающую среду для определения объектов наблюдения и системы обработки полученных данных, которые он обосновывает с позиций уровня влияния на окружающую среду и предлагает мероприятия по повышению достоверности и надежности формируемых баз данных и моделей для прогноза эксплуатационных запасов.

Во втором разделе диссертации проанализированы основные требования при построении геоинформационных систем, принципы построения и функционирования ГИС, способы систематизации исходной пространственной информации, выделено содержание тематических блоков данных, основные принципы составления цифровых карт, функциональная структура геоинформационной системы, организация атрибутивных и пространственных запросов к базе данных, предложена современная усовершенствованная трактовка принципов построения структуры баз данных для ведения мониторинга с анализом данных наблюдений и визуализация результатов исследований средствами ГИС.

В третьем разделе диссертации приведены теоретические обоснования и результаты экспериментальных исследований – рассмотрен процесс построения математической модели на примере Каскеленского месторождения подземных вод на основе анализа геолого-гидрогеологической характеристики месторождения: проведено обоснование построения математической модели и схематизация природных гидрогеологических условий месторождения, выполнена дискретизация расчётной области. Далее демонстрируются приемы решения обратной стационарной задачи, прямой нестационарной и затем прогнозной нестационарной задачи. При создании модели учитывались реальные природные условия месторождения: изменчивость мощности водоносных и слабопроницаемых комплексов, сток и питание рек, инфильтрация атмосферных осадков, наличие областей питания водоносного комплекса и т.д. Понижения уровней воды в водоносном комплексе, полученные методом математического моделирования. Эффективность построения математической модели, выполненной на базе разработанной системы ГИС, была продемонстрирована значительным сокращением реализации процесса построения геофильтрационной модели.

Подтверждением практической ценности полученных результатов моделирования является успешная защита на ГКЗ после положительных отзывов экспертов эксплуатационных запасов Каскеленского месторождения на период до 2040 г.

В четвертом разделе соискателем подробно (на фото и в табличной форме) излагаются технические характеристики автоматизированной системы мониторинга «Водозабор-ГИС-Модель» – состав оборудования наблюдательного и диспетчерского пункта, шкафа управления, контроллера, блока питания, модема для передачи данных по линиям связи, датчиков температуры воздуха и уровня воды в скважине, аккумуляторная батарея, требования к электропитанию, а также программное обеспечение и вывод данных на персональный компьютер диспетчерского пункта.

Преимущества разработанной автоматизированной системы мониторинга «Водозабор-ГИС-Модель» показаны возможностью реализации гидрогеологического обоснования оптимального управления эксплуатацией месторождения подземных вод на основе разработанной гидродинамической модели и рекомендациями по проведению гидрогеологических исследований и обработке данных для решения задачи оптимального управления эксплуатацией действующего водозабора.

В заключении диссертации перечисляются полученные в ходе исследования теоретические и практические результаты, которые дают возможность сделать закономерный вывод, что разработанная методика позволяет рационально управлять режимом эксплуатации как на базе одного водозабора, так и режимом подземных вод в пределах месторождения в целом. Система учитывает в едином комплексе гидродинамические, гидрогеохимические и технико-экономические условия разрабатываемого МПВ, со всей полнотой позволяет использовать, хранить и обрабатывать данные многолетних режимных наблюдений, проводить переоценку ЭЗПВ и решать отдельные аспекты проблем охраны окружающей среды. Предложенный в работе алгоритм создания и ведения системы «Водозабор – ГИС - Модель» показывает пользу комплексного подхода к ведению мониторинга подземных вод, в котором краткосрочные и долгосрочные гидрогеологические прогнозы занимают ведущее место и вкупе с оптимизационными методами позволяют получить экономически более выгодный способ ведения мониторинга.

Автором четко сформулированы цели и задачи, определены пути и способы их достижения. Приведенные примеры по решению прикладных задач подтверждают новизну, научную и практическую значимость диссертационной работы.

Научные результаты, полученные в диссертационной работе Рахимовым Т.А., соответствуют требованиям специальности 6D075500 - Гидрогеология и инженерная геология, а также пп. 1-3 п. 5 «Правил присуждения ученых степеней».

3. Степень обоснованности и достоверности каждого результата (научного положения), вывода и заключений соискателя, сформулированных в диссертации

Полученные в диссертации новые результаты соискателя сопровождаются описанием и доказательством не известных ранее выводов, а также главным практическим результатом – выходом на ГКЗ эксплуатационных запасов Каскеленского месторождения.

Первый результат: Разработана и реализована автоматизированная система мониторинга скважин «Водозабор-ГИС-Модель», позволяющая: измерять, накапливать и передавать результаты автоматически с наблюдательных постов в диспетчерский пункт; обрабатывать и хранить данные режимных наблюдений; на основе разработанной системы ГИС базы данных выдавать результаты мониторинга в картографическом виде; на основе математических моделей осуществлять гидродинамические и гидрогеохимические прогнозы; оптимизировать режим работы водозаборов путем расчета рационального плана водоотбора; производить оценку и переоценку эксплуатационных запасов подземных вод.

Второй результат: В программном комплексе Visual ModFlow построена модель Каскеленского МПВ для кратко- и долгосрочного прогнозирования режима подземных вод.

Третий результат: Разработаны эффективные критерии для выбора оптимального варианта работы водозабора, учитывающие наряду с гидродинамическими, экономические и технические условия эксплуатации месторождения подземных вод. Решение задачи осуществлено на базе построенной математической модели, с применением функции оптимизации солвером «GenericAlgorithm» на платформе MGO ModFlow.

Четвертый результат: Составлены рекомендации по текущей эксплуатации водозабора, направленные на повышение надежности эксплуатации и снижение экологической нагрузки на окружающую среду.

Пятый результат: Составлены рекомендации по проведению гидрогеологических исследований, ведению мониторинга и обработке данных режимных наблюдений для решения задач оптимального управления водозабором.

Выполненные исследования позволили разработать автоматизированную систему мониторинга подземных вод, применяемую со средствами ГИС и используемую как обоснование построения математических моделей. Полученные результаты позволяют сократить время и средства на выезд наблюдателей до пунктов мониторинговой сети, значительно дешевле обходится само мониторинговое оборудование, в сравнении с зарубежными аналогами. Система может быть модифицирована и дополнена необходимыми датчиками для наблюдений за специальными параметрами, в зависимости от типа мониторинга.

Достоверность разработанных моделей подтверждена приведенными в тексте диссертации данными по расчету балансов и успешностью решения обратных нестационарных задач, которая требует совпадения с режимными наблюдениями уровней подземных вод в наблюдательных скважинах.

Надежность и эффективность технического оснащения системы «Водозабор-ГИС-Модель» доказана использованием базы данных мониторинга с применением ГИС в модели по прогнозу эксплуатационных запасов Каскеленского месторождения, результаты которой прошли независимую экспертизу с выходом на ГКЗ.

Эколого-экономическая эффективность обусловлена тем, что

разработанная методика позволяет рационально управлять режимом эксплуатации как на базе одного водозабора, так и режимом подземных вод в пределах месторождения в целом. Система учитывает в едином комплексе гидродинамические, гидрогеохимические и технико-экономические условия разрабатываемого МПВ, со всей полнотой позволяет использовать, хранить и обрабатывать данные многолетних режимных наблюдений, проводить переоценку ЭЗПВ и решать отдельные аспекты проблем охраны окружающей среды.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения) и вывода соискателя, сформулированных в диссертации

В диссертационной работе представлены следующие новые научные результаты:

1. Принципы построения структуры баз данных для ведения гидрогеологического мониторинга месторождений подземных вод в программном комплексе ArcGIS. Новизна принципов построения баз данных обусловлена разработкой новой системы «Водозабор-ГИС-Модель» и необходимостью расширять структуры баз данных блоками накопления и обработки мониторинговой информации. Новизна дополнительных по сравнению с принципами классической картографии положения цифровой картографии определяется появлением новых поколений ПК и соответствующего ПО.

2. Алгоритмы построения геофильтрационных моделей месторождений подземных вод на базе современного программного комплекса VisualModFlow и его постпроцессоров. Новизна алгоритмов определяется возможностью визуализации промежуточных этапов моделирования и граничных условий, позволяющая значительно ускорить процесс решения обратных и прямых нестационарных задач при обосновании геофильтрационной схемы месторождения.

3. Результаты исследования эффективности применения системы «Водозабор-ГИС-Модель» для проведения гидрогеологического мониторинга и анализа эксплуатации подземных вод на месторождениях. Новизна пункта определяется как новым сочетанием составляющих системы путем включения блока мониторинга, позволяющего сократить сроки построения моделей, так и автоматизацией мониторинга уровней ПВ на новой технической основе – с использованием отечественного оборудования.

5. Оценка внутреннего единства полученных результатов

Диссертационное исследование является логически завершенным научным трудом, в котором четко сформулированы цель и задачи, решенные последовательно в каждом разделе работы. Все результаты, выводы и заключения внутренне взаимосвязаны, каждое следующее положение вытекает из предыдущего с соблюдением принципа от общего к частному. Диссертация обладает внутренним единством, имеет логическую научную связность.

6. Направленность полученных соискателем результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической и прикладной задачи

В исследованиях, проведенных соискателем, есть высокая степень научной новизны и практической значимости. Научные результаты диссертационной работы внедрены в процесс организации мониторинга подземных вод и направлены на решение сложной и важной теоретической проблемы совершенствования математических моделей геофильтрации, максимально учитывающих состояние современной теоретической базы и природных условий месторождения, а также позволяющих максимально сократить процент ошибки при калибровке. Практическая ценность диссертационной работы подтверждается выходом построенных моделей для обоснования ЭЗПВ на ГКЗ, а также возможностью сокращения полевых мониторинговых исследований. Связь с запросами практики подтверждается также прямой ссылкой на общегосударственную программу по водным ресурсам – «Генеральную схему комплексного использования и охраны водных ресурсов» (Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 8 апреля 2016 года № 200), где в качестве первой основной задачи указано: 1) уточнение имеющихся ресурсов поверхностных и подземных вод, оценка уровня их использования.

7. Подтверждение достаточной полноты публикаций основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации

В результате исследований по теме диссертационной работы опубликовано в соавторстве 13 статей, в том числе 1 в международном журнале, входящем в базу данных Scopus (Metallurgical and mining industry), 3 статьи опубликованы в республиканских специализированных изданиях, рекомендованных комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, а также в материалах и тезисах 9 докладов на республиканских и международных конференциях, форумах и конгрессах, в том числе на Международном Геологическом Конгрессе в Австралии.

8. Недостатки по содержанию и оформлению диссертации

Замечания к диссертационной работе включают следующие типы

1. Замечания, вызванные не совсем четким стилем изложения диссертации:

- «управляющих» решений вместо управленческих – с.6

- «радиоактивное» загрязнение вместо радиационного – с.12

- карты изоконтуров — это тематические карты, построенные на основе карт изолиний, но площадь между соседними изолиниями представлена в виде полигона, а картируемый параметр определяется диапазоном (с. 27). Какую роль играют эти изоконтуровые карты кроме возможности закрасить эти диапазоны разными цветами?

- в таблице 4.1 – Контролируемые параметры и средства измерения на наблюдательном пункте системы «Водозабор-ГИС-Модель» (с. 84) непонятно, какая точка взята в качестве отсчета для установки датчика регистрации уровня для п. 1.2 Диапазон регистрации уровня 0...4 м (зависит от годовой амплитуды колебаний уровня) и п. 1,3 – Глубина установки датчика 1,5 м (на глубине всегда ниже уровня воды).

2. Замечание, вызванное несоответствием табличных данных и текста диссертации:

- на с. 63 в таблице 3.2 Элементы баланса подземных вод по состоянию на

