

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Литвиновой Виктории Андреевны
«Методы исследования гидролитосферного месторождения Кавказских Минеральных Вод
с учетом неопределенностей»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации,
статистика

Общая характеристика работы

Диссертационное исследование В.А. Литвиновой посвящено решению актуальной научно-прикладной задачи – повышению эффективности управления добычей гидроминерального сырья на месторождениях Кавказских Минеральных Вод в условиях пространственной неоднородности фильтрационных параметров и естественных неопределенностей гидрогеологических процессов. Работа выполнена на стыке системного анализа, теории управления распределенными системами и гидрогеологии, что определяет ее междисциплинарный характер и практическую значимость.

Актуальность диссертационного исследования В.А. Литвиновой обусловлена возрастающей антропогенной нагрузкой на уникальные гидроминеральные месторождения Кавказских Минеральных Вод в условиях стремительного роста туристического потока, что требует пересмотра существующих подходов к управлению добычей с целью обеспечения устойчивой и долгосрочной эксплуатации скважин при сохранении бальнеологических свойств минеральной воды. Вместе с тем, традиционные методы гидрогеологического моделирования не в полной мере учитывают пространственную неоднородность фильтрационных параметров (анизотропию коэффициентов фильтрации), сезонные колебания уровней подземных вод и факторы неопределенности, связанные с изменчивостью природно-климатических и техногенных условий, что существенно снижает точность прогнозов дебита и повышает риски преждевременного износа скважин. В связи с этим разработка новых методов системного анализа и управления процессом добычи гидроминерального сырья, основанных на модифицированных распределенных моделях, позволяющих адекватно описывать статические и динамические характеристики гидролитосферных процессов с учетом их пространственной изменчивости, является своевременной и практически востребованной задачей, имеющей важное социально-экономическое значение для развития курортного региона.

Научная новизна диссертации, на наш взгляд, заключается в следующих ключевых аспектах:

Впервые предложена структура модифицированного распределенного аппроксимирующего звена, отличающаяся учетом вариаций параметров по двум пространственным координатам (x , y), что принципиально расширяет возможности описания анизотропных свойств гидролитосферных систем по сравнению с классическими одномерными моделями.

Разработан оригинальный метод параметрической идентификации данного звена, базирующийся на результатах опытно-фильтрационных работ (ОФР). Важно, что метод позволяет получать количественные оценки параметров без привлечения дополнительных дорогостоящих экспериментов, что повышает его практическую ценность.

Создан математический аппарат для оптимизации числа и расположения добывающих скважин на основе матричного уравнения гидравлического взаимодействия, учитывающего анизотропию фильтрационных свойств. Это позволяет перейти от эвристических решений к формализованным процедурам выбора рациональных схем эксплуатации.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-436 от 01.09.16
АУ УС

Впервые выполнен синтез распределенного регулятора для системы управления группой добывающих скважин с доказательством устойчивости замкнутой системы, что создает теоретическую основу для автоматизации управления добычей.

Теоретическая значимость работы состоит в развитии методов системного анализа применительно к гидрогеологическим объектам, а именно:

- расширении класса аппроксимирующих звеньев для описания распределенных процессов с пространственно-неоднородными параметрами;
- разработке подхода к учету неопределенностей в задачах управления гидrolитосферными системами;
- обосновании возможности применения теории распределенных систем для решения практических задач гидрогеологии.

Практическая значимость подтверждается конкретными результатами:

- разработанная методика апробирована на реальных данных ООО «Нарзан-гидроресурсы» (скважина 107Д и контрольные скважины);
- определено оптимальное число скважин (5 единиц), обеспечивающее суммарный дебит порядка 103 565 м³/сут и прибыль около 1016,8 млн руб. за 10 лет эксплуатации;
- полученные рекомендации могут быть использованы при планировании новых скважин и реконструкции существующих систем водозабора на аналогичных месторождениях.

Методология исследования заслуживает отдельной положительной оценки. Автором корректно применен комплекс методов: методы теории распределенных систем управления, численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных, методы корреляционно-регрессионного анализа, методы оптимизации и имитационного моделирования. Такое сочетание обеспечило всестороннее рассмотрение проблемы и достоверность полученных результатов.

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректным применением фундаментальных уравнений гидродинамики (Дарси-Эйлера) и методов теории распределенных систем; использованием реальных данных опытно-фильтрационных работ (ОФР), выполненных на действующих скважинах ООО «Нарзан-гидроресурсы», с удовлетворительной сходимостью расчетных и фактических показателей; верификацией дискретных моделей на натурных материалах; применением апробированных численных методов решения дифференциальных уравнений и оптимизационных задач; независимым рецензированием основных результатов в рецензируемых журналах перечня ВАК РФ и изданиях Scopus (включая MDPI «Water» и «Energies»); а также апробацией на международных и всероссийских конференциях. Детальная параметризация моделей по результатам ОФР, воспроизводимость всех численных экспериментов и внедрение рекомендаций в практику предприятия подтверждают объективность и обоснованность выводов диссертационного исследования.

Замечания и вопросы по автореферату:

1. В автореферате приведены дифференциальные уравнения (1)–(2) для напоров в верхнем и нижнем валанжинских горизонтах. Однако не пояснено, почему для нижнего валанжина в правой части присутствует дополнительное слагаемое, а для верхнего – нет. Хотелось бы услышать обоснование этого допущения.

2. При оптимизации числа скважин автор использует дисконтирование затрат и прибыли? В формуле (23) этого не видно, однако 10-летний горизонт планирования обычно предполагает учет временной стоимости денег.

3. В работе рассматривается влияние географического положения скважин на дебит. Учтено ли влияние рельефа поверхности и возможных техногенных факторов (нагрузка от инфраструктуры, изменение ландшафта) на фильтрационные свойства?

4. Из текста автореферата не ясно, проводилась ли оценка чувствительности оптимального решения к вариациям исходных параметров (например, к изменению стоимости сырья или налоговой ставки). Это было бы полезно для оценки устойчивости полученного оптимального плана.

Указанные замечания не являются принципиальными и носят характер пожеланий к дальнейшему развитию исследования. Они не снижают общей высокой оценки выполненной работы.

Общее заключение

Диссертация В.А. Литвиновой представляет собой завершенное научное исследование, содержащее решение важной народно-хозяйственной задачи по повышению эффективности использования гидроминеральных ресурсов курортного региона. Научные результаты обладают несомненной новизной, практической ценностью и опубликованы в достаточном объеме. Работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Считаю, что Литвинова Виктория Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Я, Веселов Геннадий Евгеньевич, даю свое согласие на обработку персональных данных, связанных с работой диссертационного совета.

Директор Института компьютерных
технологий и информационной
безопасности федерального
государственного автономного
образовательного учреждения
высшего образования «Южный
федеральный университет»
д.т.н., доцент



Веселов Геннадий Евгеньевич

Контактные данные: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет»

344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, 105/42. Телефон: +7 (8634) 360-450, Электронная почта: gev@sfedu.ru, Официальный сайт: <https://sfedu.ru>.