

## АННОТАЦИЯ

на диссертационную работу Альжигитовой Манат Мейрамовны «Исследование гидрогеодинамических процессов Алакольской впадины под влиянием нарастающей антропогенной нагрузки (на примере интенсивного освоения территорий поселка Акши), представленную на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D075500 – «Гидрогеология и инженерная геология»

**Актуальность исследования.** Алакольская впадина представляет собой уникальную природную систему Восточного Казахстана, характеризующуюся сложным гидрогеологическим строением и интенсивным взаимодействием поверхностных и подземных вод. В последние десятилетия на территории впадины усиливается антропогенное воздействие, связанное с развитием рекреационной инфраструктуры, водозабором, ирригацией и хозяйственным освоением прилегающих территорий. Эти факторы приводят к изменению естественного гидрогеодинамического режима, колебаниям уровня озёр и активизации геоморфологических процессов.

При проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений в прибрежных зонах возникает серьезная проблема инженерной защиты берегов и склонов от опасных геологических процессов, к которым относятся абразия берегов, подтопление территорий, склоновая эрозия, гравитационные (склоновые) процессы, включая активизацию оползней и др. В результате таких процессов часто возникает значительный экономический ущерб, связанный с безвозвратной потерей ценных прибрежных территорий, деформациями зданий и сооружений, повреждением и разрушением объектов транспортной и инженерной инфраструктуры. В этой связи изучение передового зарубежного опыта инженерной защиты прибрежных территорий и оценка возможности их использования является актуальной научно-технической задачей. Особое внимание вызывает прибрежная зона озера Алаколь, где наблюдаются процессы размыва и обрушения береговых уступов. Эти процессы не только изменяют морфологию береговой линии, но и оказывают влияние на устойчивость инженерных сооружений, туристическую инфраструктуру и экологическое состояние акватории.

Особую актуальность данный фактор приобретает в связи с тем, что к настоящему времени береговая линия вплотную подошла к крупным зонам отдыха и объектам туристической инфраструктуры. Их размещение непосредственно в зоне возможных деформаций создаёт дополнительную нагрузку на грунтовый массив и повышает риск развития неблагоприятных инженерно-геологических процессов.

Изменения гидрогеодинамических условий под воздействием антропогенных факторов могут приводить к нарушению баланса подземных и поверхностных вод, усилению эрозионных процессов и деградации береговых экосистем.

В связи с этим исследование гидрогеодинамических процессов и их влияния на устойчивость берегов озера Алаколь является актуальной научной задачей, направленной на оценку современного состояния природно-технических систем, прогнозирование дальнейших изменений и разработку мероприятий по устойчивому использованию водных ресурсов Алакольской впадины.

Актуальность исследования заключается в том, что береговая зона озера Алаколь подвержена опасным геологическим процессам (размыв, обрушение берегов, оползни, эрозия), которые усиливаются под влиянием природных и антропогенных факторов. Эти процессы угрожают устойчивости инженерных сооружений, туристической инфраструктуры и экологическому состоянию акватории, а также ведут к экономическим потерям и потере ценных прибрежных территорий, тем самым необходима научная оценка и разработка методов защиты берегов для безопасного и рационального использования территории, чтобы предотвратить разрушения и ущерб.

**Объектом исследований** является прибрежная зона озера Алаколь, подвергающаяся гидрогеодинамическим процессам и антропогенной нагрузке.

**Предметом исследований** - влияние гидрогеодинамических процессов на устойчивость берегов, инженерных сооружений и туристической инфраструктуре.

#### **Цель и задачи исследования**

Исследование гидрогеодинамических процессов в Алакольской впадине с акцентом на воздействие нарастающей антропогенной нагрузки, на примере береговой зоны поселка Акши на гидрологические, гидрогеологические и геодинамические процессы на данной территории.

**Для выполнения поставленной цели в работе решались следующие задачи:**

- проанализировать современное состояние и долгосрочные тенденции гидрогеодинамических процессов в Алакольской впадине, включая поселок Акши, определить основные характеристики и влияние антропогенной нагрузки.

- разработать геофильтрационную модель участка береговой зоны поселка Акши для определения положения уровня подземных вод и характеристики геофильтрационного режима в прибрежной полосе озера Алаколь;

- оценить устойчивость береговой зоны с использованием метода понижения прочности ( $\phi$ -с reduction) на базе программного комплекса PLAXIS 2D;

- предложены инженерно-геологические рекомендации по обеспечению устойчивости береговой зоны озера Алаколь и снижению воздействия опасных геологических процессов, которые могут быть использованы при

планировании развития прибрежных территорий и туристической инфраструктуры в пределах Алакольская впадины.

**Методы исследования.** В работе использованы методы исследований, включающие: ГИС-анализ, гидрогеодинамические и геоморфологические наблюдения, оценка антропогенной нагрузки, численное моделирование устойчивости берегов в PLAXIS 2D.

**Научная новизна работы заключается в следующем:**

Научная новизна исследования заключается в применении комплексного подхода, включающим анализ изменений гидрогеодинамических условий, интеграцию данных дистанционного зондирования, использование ГИС-технологий и разработку прогнозных моделей, обеспечивающий новый уровень понимания процессов водообмена и их антропогенной трансформации в Алакольской впадине. Это исследование впервые фокусируется на изменениях в гидрогеодинамических процессах Алакольской впадины под воздействием нарастающей антропогенной нагрузки.

Впервые разработана и апробирована геофильтрационная модель береговой зоны на базе программного комплекса Modflow 6 учитывающая как естественные, так и антропогенные факторы влияния, что позволяет более точно прогнозировать изменения уровня грунтовых вод и фильтрационного режима.

Применение метода  $\phi$ -с reduction в условиях береговой зоны озера Алаколь позволило выявить особенности устойчивости геологического массива при антропогенной нагрузке, что ранее не исследовалось в данном регионе.

Разработка геофильтрационной модели береговой зоны на базе программного комплекса Modflow и методов  $\phi$ -с reduction прогнозирования изменений гидрогеодинамических процессов под воздействием антропогенных факторов ранее не исследовалось в данном регионе и представляет собой инновационную часть исследования.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1.С использованием программного комплекса MODFLOW разработана геофильтрационная модель береговой зоны поселка Акши, которая позволяет определить положение уровня подземных вод, приводящий к переувлажнению грунтов и характер фильтрационного режима, являющийся основой для прогнозирования устойчивости гидрогеодинамической системы при дальнейшем освоении территории.

2.На базе программного комплекса PLAXIS 2D с применением метода понижения прочности ( $\phi$  - с reduction) выявлены критические участки береговой зоны озера Алаколь, подверженные риску деформаций, что потребует разработки инженерных мероприятий по её укреплению.

3.Предложенные рекомендации по обеспечению устойчивости береговой зоны озера Алаколь и снижению воздействия опасных геологических процессов, которые могут быть использованы при

планировании развития прибрежных территорий и туристической инфраструктуры в пределах Алакольской впадины.

**Практическая значимость работы** заключается в:

ее применимости для разработки эффективных методов при планировании и регулировании хозяйственной деятельности в поселке Акши и прилегающих территориях, особенно в части размещения туристической инфраструктуры.

Оценка устойчивости береговой зоны дает возможность разработки инженерных мероприятий по укреплению берегов и снижению риска разрушений, что имеет прямое значение для сохранения туристических объектов и зон отдыха. При этом, разработанная геофильтрационная модель участка береговой зоны поселка Акши служит инструментом для прогнозирования изменений уровня грунтовых вод и предотвращения негативных последствий (подтопления, деградации береговой линии, снижение устойчивости откосов).

Предложенные рекомендации по устойчивому управлению водными ресурсами Алакольской впадины могут быть внедрены в региональные программы охраны окружающей среды и рационального природопользования, а также использоваться при разработке стратегий устойчивого развития туристической отрасли региона, а также будут полезны для местных органов власти, экологов и других заинтересованных сторон, чтобы обеспечить экологическую устойчивость и сохранение природных ресурсов в регионе.

Данная работа может служить основой для дальнейших научных исследований в области гидрогеологии, инженерной геологии и экологии исследованного региона и в других аналогичных регионах Казахстана.

**Личный вклад автора** заключается в проведении полевых исследований с фотофиксацией берегов и склонов, сборе, систематизации и анализе данных, а также обработке, интерпретации и картографировании результатов. Автор изучила и анализировала литературные источники, разрабатывала методы исследования и формулировала цели и задачи работы. Полученные результаты оформлены в научных статьях и основных положениях диссертации, выносимых на защиту.

**Отражение результатов исследования в публикациях**

Научные положения и выводы работы прошли апробацию в рамках экспертных дискуссий на республиканских и международных научных конференциях, опубликованы в 8 статьях, в том числе 2 статьи в международном журнале, входящем в базу данных Scopus, 4 статьи в республиканском специализированном издании, рекомендованном Комитетом по контролю в сфере образования и науки МНВО РК, 1 статья опубликован в журнале; 1 тезис опубликован в материалах международной конференций.

**Краткая характеристика основного содержания диссертации.**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех основных частей, заключения и списка использованных источников. В конце каждой главы приведены и хорошо обоснованы выводы и результаты.

Диссертация является законченной самостоятельной научно-исследовательской работой, направленной на изучение

гидрогеодинамических процессов и оценку устойчивости береговой зоны озера Алаколь с разработкой рекомендаций по их инженерной защите и рациональному использованию прибрежных территорий.

Во введении обосновывается актуальность исследования, формулируются цель и задачи работы, определяются объект и предмет исследования, раскрываются научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе проведен аналитический обзор изучения Алакольской впадины и побережья озера Алаколь, показана степень изученности природных условий, выявлены пробелы в изучении гидрогеодинамических процессов и стабильности прибрежной зоны. В результате аналитического обзора установлено, что Алакольская впадина и прибрежная зона озера Алаколь характеризуются значительной степенью изученности в части природных условий, включая геологическое строение, климатические особенности и гидрологический режим. Вместе с тем выявлена недостаточная проработанность вопросов, связанных с комплексным анализом гидрогеодинамических процессов и их влиянием на устойчивость береговой зоны в условиях возрастающей антропогенной нагрузки. Анализ отечественных и зарубежных исследований показал, что в мировой практике широко применяются современные методы геоинформационного анализа, дистанционного зондирования и численного моделирования (в том числе геофильтрационный и геомеханический), позволяющие оценивать устойчивость берегов и прогнозировать развитие опасных геологических процессов. Установлена необходимость адаптации и внедрения данных подходов для условий озера Алаколь, что определило выбор методов и направлений настоящего исследования.

Во второй главе установлено, что формирование гидрогеологических и инженерно-геологических условий Алакольской впадины определяется сложным взаимодействием природных и антропогенных факторов. К ключевым природным факторам относятся гидрометеорологические условия, ветро-волновой режим, геоморфологические особенности прибрежной зоны, геологическое и тектоническое строение, гидрогеологические условия и ледовые процессы, которые в совокупности определяют текущую динамику береговой линии и условия для развития экзогенных процессов. Выявлено, что ветро-волновая активность играет решающую роль в формировании процессов абразии и переработки берегов, а геоморфологическая структура и литологический состав горных пород определяют различную степень устойчивости склонов. Показано, что антропогенные факторы, в том числе развитие туристической инфраструктуры, нерациональное размещение объектов в прибрежной зоне, водозабор, ирригация и хозяйственное освоение территорий, существенно изменяют естественный гидрогеодинамический режим. Это проявляется в колебаниях уровня грунтовых и поверхностных вод, изменениях режима фильтрации и активизации опасных геологических процессов, таких как наводнения, эрозия, абразия и оползни. Установлено, что

в современных условиях именно совокупное воздействие природных и антропогенных факторов определяет тенденции деградации прибрежной зоны. В третьей главе разработано геофильтрационное моделирование прибрежной зоны поселка Акши с использованием программного комплекса Modflow 6, который позволил учесть влияние как природных, так и антропогенных факторов на формирование гидрогеодинамического режима. Результаты моделирования позволили получить количественные оценки изменений уровня грунтовых вод, направлений фильтрационных потоков и площадей их разгрузки, что позволило выявить области потенциального затопления и зоны повышенной фильтрационной активности. Установлено, что антропогенная нагрузка способствует перераспределению потоков подземных вод и изменению их режима. Оценка устойчивости прибрежной зоны озера Алаколь оценивалась с помощью программного комплекса PLAXIS 2D и метода понижения прочности ( $\phi$ -с reduction). В результате расчетов были определены коэффициенты устойчивости склона, определены наиболее уязвимые участки прибрежной зоны и условия, при которых происходит потеря устойчивости.

В четвертой главе предложены рекомендации по стабилизации инженерно-геологических процессов и защите береговой зоны озера Алаколь. Предложенные мероприятия направлены на снижение интенсивности опасных процессов, повышение устойчивости берегов и обеспечение безопасного развития туристической инфраструктуры.

Диссертационная работа изложена на 102 стр, состоит из введения, 4-х разделов, заключения, списка использованных источников (94), приложений А, Б, 7 таблиц и 48 рисунков.

Докторант

Альжигитова М.М.

Научный руководитель к.г.-м.н.,  
ассоциированный профессор  
кафедры ГИиНГ

Заппаров М.Р.

И.о. заведующего кафедрой ГИиНГ

Акпанбаев Р.С.