

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени доктора философии (PhD)
по образовательной программе «8D05203-Гидрология»

Тұрсынғали Маржан Нурланқызы

**«Исследование влияния изменений окружающей среды на
эрозионно-русловые системы рек Иле Алатау»**

Актуальность диссертационной работы. Эрозионно-русловые процессы – комплекс взаимосвязанных явлений, к которым относятся эрозия, перенос и аккумуляция наносов. Они формируют морфологию речных бассейнов, определяют динамику русла, форму поймы, а также устойчивость инфраструктуры и речных экосистем.

Эрозионно-русловые системы рек Иле Алатау относятся к бассейну реки Иле. Гидрологическая особенность данного региона заключается в соседстве, с одной стороны, засушливых равнин с дефицитом воды, а с другой – хорошо увлажненных горных хребтов. Гидрография хребта характеризуется горными реками с быстрым течением, проявляющими интенсивную эрозионную деятельность в периоды паводков. Несмотря на небольшую площадь, их долины отличаются сложным морфологическим характером и образуют крупные ущелья глубиной 800-1000 м. Объектом исследования рассматривались реки Каскелен, Аксай, Каргалы, Улькен Алматы, Киши Алматы, Талгар, Есик и Тургень .

Эрозионно-русловые системы являются неотъемлемой частью водного баланса и играют важную роль в водообеспечении, сохранении биологического разнообразия и регулировании гидрологических процессов. Однако на их морфологическую структуру воздействуют природные и антропогенные факторы, что существенно влияет на устойчивость экосистем, качество воды и народное хозяйство. В связи с этим прогнозирование изменений русловых систем становится актуальной задачей для эффективного управления водными ресурсами и разработки мер по охране окружающей среды.

Морфоструктура исследуемых рек характеризуется разнообразием форм и процессов – излуины, поймы и элементы русловой динамики. Эти структуры формируются под воздействием внутренних (геологических, тектонических) и внешних (климатических, гидрологических, антропогенных) факторов. Прогнозирование их изменений позволяет определить направления развития рек, оценить такие риски, как наводнения, размыв берегов и деградация экосистем, а также пересмотреть стратегии развития отдельных отраслей экономики.

Изучение морфологической структуры малых рек является важным научным направлением для понимания их динамики, прогнозирования русловых изменений и управления водными ресурсами. Это особенно актуально для горных районов, таких как Иле Алатау, где на русловые

процессы наряду с природными факторами значительное воздействие оказывают и урбанизированные территории. В Казахстане исследования речной морфологии и эрозионно-аккумуляционных процессов все еще находятся на этапе становления и периодического развития. В то же время опыт стран СНГ и зарубежных исследований показывает, что интегральное использование полевых наблюдений, ГИС-моделирования и данных дистанционного зондирования позволяет более точно описывать динамику русловых процессов и прогнозировать морфологию рек в условиях изменений окружающей среды.

Рассматриваемые в исследовании реки протекают через городские территории. Главная особенность таких территорий связана с большой численностью и плотностью населения, а также с постоянной динамикой их изменения. Кроме того, трансформация эрозионно-русловых систем в пределах урбанизированных территории создает значительные сложности при городском планировании, устройстве водоотводных и канализационных систем.

Оценка и прогнозирование трансформации эрозионно-русловых систем под воздействием природных факторов во времени и пространстве с использованием современных ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования представляют собой новое направление в подобных исследованиях.

Прогноз изменений морфологической структуры реки и ее поймы позволяет планировать территориальное развитие исследуемого бассейна в условиях глобальных климатических изменений и обеспечивать его устойчивое развитие.

Цель диссертационной работы – оценка влияния изменений окружающей среды на эрозионно-русловые системы рек Иле Алатау на основе данных гидрологического мониторинга, современных ГИС-технологий и материалов дистанционного зондирования.

Задачи диссертационной работы:

- Дать характеристику понятию «эрозионно-русловые системы» и их основных составляющих;
- Собрать данные гидрологических наблюдений и провести их статистическую обработку с использованием компьютерных технологий;
- Установить руслонаполняющие и руслоформирующие расходы воды для исследуемых рек;
- На основе данных о жидком и твердом стоке рек Иле Алатау построить зависимости и уточнить сведения о твердом стоке;
- Определить мощность потока, установив связь между жидким стоком и уклоном исследуемых рек;
- Выполнить цифровую обработку очертаний русел рек Иле Алатау (Каскелен, Аксай, Каргалы, Улькен Алматы, Киши Алматы, Талгар, Есик, Тургень) и построить их карты;
- Определить влияние изменений окружающей среды (климатических и

антропогенных) на эрозионно-русловые системы рек Иле Алатау;

- Разработать прогноз изменения русел рек Иле Алатау.

Объект исследования – реки Иле Алатау (Каскелен, Аксай, Каргалы, Улькен Алматы, Киши Алматы, Талгар, Есик, Тургенъ).

Предмет исследования – оценка влияния изменений окружающей среды на эрозионно-русловые системы.

Методы исследования:

- Статистический анализ гидрометеорологических данных, влияющих на эрозионно-русловые системы;
- Использование методов дистанционного зондирования для оценки интенсивности изменений русловой морфодинамики;
- Картографирование изменений русел рек во времени и пространстве в хронологической последовательности;
- Пространственно-временной анализ эрозионных процессов в руслах малых рек;
- Сравнительная оценка руслонаполняющих и руслоформирующих расходов, установленных для малых рек;
- Прогнозирование морфодинамической структуры рек.

Научная новизна исследования. В результате исследования впервые комплексно уточнены морфологические и гидрологические характеристики эрозионно-русловых систем рек Иле Алатау, а также оценена их пространственная и временная динамика. Научная новизна работы заключается в следующем:

- Понятие «эрозионно-русловая система» адаптировано применительно к рекам Иле Алатау; впервые на основе QI-диаграмм определены их основные морфологические компоненты и структурные типы (условно меандрированные и условно разветвленные).
- Для рек Иле Алатау установлены руслонаполняющие и руслоформирующие расходы. Определены диапазоны этих показателей и их различия, дана оценка влияния гидрологического режима на морфодинамику, а также выявлены особенности пространственного распределения характерных расходов воды в пределах исследуемого района.
- Связи между твердым стоком и расходом воды оценены для каждой реки отдельно; на основе коэффициентов корреляции охарактеризованы региональные особенности.
- Впервые на примере реки Каскелен доказано влияние климатических изменений на эрозионные процессы: показано, что повышение температуры и изменение осадков в последние десятилетия привели к возрастанию неустойчивости русла.
- Впервые выполнена количественная оценка пространственных изменений русла и скоростей эрозии/аккреции с использованием расширения DSAS 5.1 в среде ArcGIS. Данный метод применен для участков рек Улькен Алматы и Талгар; результаты получены в виде

прогнозных схем русел на 10- и 20-летнюю перспективу с применением метода-фильтра Калмана.

Полученные результаты могут быть использованы при автоматизации мониторинга русловых процессов, проектировании инженерных сооружений и определении водоохраных зон.

Научная и практическая ценность исследования. Оценка влияния природных и антропогенных факторов на малые реки является одной из наиболее сложных, наименее изученных и актуальных проблем, решение которой имеет значительную научную, социально-экономическую и прикладную значимость.

Проведенное исследование вносит вклад в развитие теоретических основ гидрологии и геоморфологии через анализ воздействия климатических и антропогенных факторов на эрозионно-русловые системы рек Иле Алатау. Статистический анализ, выполненный на основе данных наблюдений, позволил выявить характерные расходы воды, оказывающие наиболее интенсивное влияние на русловые процессы.

Изучение изменений стока малых рек и русловых процессов является актуальным для управления водными ресурсами, а также для определения водоохраных полос и зон. Эрозионные изменения русел рек в пределах городских территорий играют важную роль при жилищном строительстве, развитии инфраструктуры и инженерном планировании. Полученные данные могут служить основой для обеспечения устойчивого развития населенных пунктов и городских агломераций.

Результаты работы позволяют прогнозировать природные и техногенные изменения русел рек Иле Алатау, а также планировать оптимальное размещение гидротехнических сооружений, канализационных и водоотводных систем. Кроме того, полученные данные визуализированы с помощью картографических средств, что способствует принятию обоснованных решений в сфере экологического мониторинга и природопользования.

Основные положения, выносимые на защиту:

- Понятие эрозионно-русловых систем, установленное для малых рек Иле Алатау на основе связи между уклоном русла и расходами воды через определение руслоформирующих и руслонаполняющих расходов.
- Закономерности распространения климатических и антропогенных факторов, выявленные для эрозионно-русловых систем малых рек Иле Алатау на основе гидрометеорологических данных наблюдений, материалов дистанционного зондирования и ГИС-технологий.
- Результаты прогнозирования изменений эрозионно-русловых систем малых рек Иле Алатау на ближайшие 10 и 20 лет, выполненные на основе морфодинамических особенностей русел за последние десятилетия с применением системы количественного анализа береговой линии.

Личный вклад автора. В процессе выполнения целей и задач диссертационной работы автором были определены теоретические и

практические основы изучения эрозионно-русловых систем малых рек Иле Алатау. С участием автора осуществлены сбор, обработка и анализ гидрометеорологических данных, оценка пространственных изменений морфологии русел, подготовка картографических материалов с применением ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования. Автором выполнены расчетные работы по определению руслонаполняющих и руслоформирующих расходов, построению QI-диаграммы и разработке морфодинамического прогноза. Подготовка текста диссертации, его оформление и апробация также были осуществлены непосредственно автором.

Апробация работы. Результаты, полученные по теме диссертационной работы, были представлены и обсуждены на международных научно-практических конференциях:

– Тұрсынғали М.Н. Эрозиялық-арналық жүйелерге адамның шаруашылық іс-әрекетінің әсері. «Фараби әлемі» атты студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конференция материалдары. 6-8 сәуір 2023 ж. Қазақ университеті, Алматы, Қазақстан. 121 б.

– Тұрсынғали М.Н. Іле Алатауының кіші өзендерінің сұйық және қатты ағындысы арасындағы тәуелділік графиктері жайында. «Фараби әлемі» атты студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конференция материалдары. 4-6 сәуір 2024 ж. Қазақ университеті, Алматы, Қазақстан. 55 б.

– Тұрсынғали М.Н. Эрозиялық-арналық жүйелерге климаттық өзгерістердің әсерін бағалау. «Цифрлық шынайылық: картография, геоакпараттық жүйелер және жерді қашықтан зондтаудағы жаңа сұраныстар» бірінші халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының мақалалар жинағы. 7-8 қараша 2024 ж. Қазақ университеті, Алматы, Қазақстан. 73–82 бб.

Публикация результатов исследования. По результатам исследования в журнале *Hydrology Research* (№54(11), 2023), входящем в базу Scopus, опубликована статья совместно с отечественными и зарубежными научными руководителями под названием «Study of temporal changes in the hydrographic network of small mountain rivers in the Ile Alatau, Kazakhstan».

Совместно с отечественным научным руководителем опубликована статья в журнале *Journal of Water and Land Development* (№63(X–XII), 2024), входящем в базу Scopus, под названием «Assessment of the current state and temporal changes of glacial-moraine lakes in the Central and Eastern part of the northern slope of the Ile Alatau, Kazakhstan».

По заключительной части результатов исследования в журнале *Water* (№17(13):2029, 2025), входящем в базу Scopus, опубликована статья совместно с отечественными и зарубежными научными руководителями под названием «Forecasting Channel Morphodynamics of the Ulken Almaty River (Ile Alatau, Kazakhstan)».

Структура диссертации. Диссертационная работа состоит из 183 страницы, включает 27 таблиц и 44 рисунка. Структура работы охватывает введение, 4 главы, заключение, список использованных источников из 241 наименования и 9 приложений.