

АННОТАЦИЯ

**Диссертационной работы на соискание степени доктора философии
(PhD) по специальности «6D071100 – Геодезия»
Кудайбергенова Муратбека Касимбековича
на тему «Геодезическое обоснование геоэкологического
районирования территории по степени опасности гравитационных
процессов»**

Оценка современного состояния рассматриваемой научной или научно-технической проблемы

Одним из основных направлений региональной геоэкологии является изучение и районирование природных и антропогенно трансформированных экосистем, формирующихся в пределах определённой территории. Каждая из них характеризуется специфическими экологическими и геологическими параметрами, а также особенностями пространственного размещения. Геоэкологическое районирование имеет особое значение с точки зрения рационального использования природных ресурсов, оценки и прогнозирования экологических явлений, а также выявления территорий, опасных в геодинамическом отношении. Определение опасных природных процессов и оценка устойчивости территорий к техногенным воздействиям требуют проведения комплексных исследований.

Каждая морфоструктура земной поверхности отличается присущими ей экологическими характеристиками, а её литологическая основа определяет особенности функционирования природных систем и уровень их устойчивости к внешним воздействиям.

Обоснование разработки темы и исходные данные

В условиях современных климатических изменений и усиления техногенной нагрузки значение геоэкологического районирования существенно возрастает. Оно становится важным инструментом эффективного управления природными ресурсами и обеспечения адаптационной устойчивости территорий к экологическим и геодинамическим рискам. Такое районирование особенно актуально для территории реки Талгар, расположенной в районе города Талгар Алматинской области, поскольку данный регион относится к горным территориям с высокой сейсмической активностью и повышенной вероятностью развития оползневых процессов.

С точки зрения обеспечения безопасности населения и инфраструктуры особую значимость приобретает выявление участков с высокой вероятностью проявления гравитационных явлений. Кроме того, сельскохозяйственные и рекреационные зоны, приуроченные к поймам рек и водоёмам, подвержены влиянию таких факторов, как изменение гидрологического режима, эрозия почв и паводковые процессы. В подобных условиях геоэкологическое районирование выступает научной основой для разработки адаптационных и предупредительных мероприятий, направленных на снижение негативного

воздействия природных процессов, рациональное природопользование и минимизацию последствий антропогенного влияния на экосистемы региона.

В основу разработки темы положено комплексное исследование оползневых процессов как одного из ключевых направлений геоэкологического анализа и как фактора формирования особых природно-территориальных комплексов. Одной из основных задач экологического изучения таких процессов является анализ особенностей формирования и развития оползневого ландшафта. Специфика рельефа и гидрологического режима территорий, подверженных оползневой активности, позволяет рассматривать данные участки как самостоятельные экосистемные образования.

Оползневые ландшафты характеризуются выраженной морфоструктурной дифференциацией, включающей зоны отрыва, транзита и аккумуляции смещённых масс. Рельефообразующее воздействие оползневых процессов особенно отчётливо проявляется на склоновых участках, где под влиянием водных потоков происходит размыв поверхности, а также формирование повторных оползней небольшого масштаба. Указанные процессы приводят к изменению конфигурации склонов, развитию размыва, просадочных явлений и локальных деформаций, в том числе на участках, прилегающих к руслу реки. В отдельных случаях фиксируются процессы обрушения берегов, вызывающие существенную трансформацию русловой морфологии.

Сведения о научно-техническом уровне планируемой разработки, патентных исследованиях и выводах по ним

Научно-технический уровень планируемой разработки предусматривает комплексное использование современных геодезических, геоинформационных, беспилотных и нейросетевых технологий для геодезического обоснования геоэкологического районирования территории по степени опасности гравитационных процессов. В рамках исследования для выявления, оценки и районирования территорий, подверженных развитию гравитационно опасных процессов, применялись высокоточные геодезические наблюдения, GNSS-технологии, материалы, полученные с использованием беспилотных летательных аппаратов, цифровые модели рельефа и методы пространственного анализа. Предусмотрены комплексная обработка, анализ и интеграция полученных данных с использованием нейросетевых моделей.

Сведения о метрологическом обеспечении диссертации

Достоверность полученных результатов подтверждается комплексом исследовательских методов, применённых при геодезическом обосновании геоэкологического районирования территории по степени опасности гравитационных процессов.

При выполнении полевых исследований использовались высокоточные геодезические приборы, спутниковые приёмники и беспилотные летательные аппараты, прошедшие государственную метрологическую поверку и соответствующие действующим нормативным требованиям Республики

Казахстан. Все измерительные и съёмочные работы выполнялись с соблюдением технических регламентов и правил эксплуатации приборов.

Единицы измерения, применённые в работе, приняты в соответствии с метрологическими требованиями Международной системы единиц (SI) и действующими стандартами. Использование сертифицированного оборудования, поверенных приборов и современных программно-методических средств обеспечивает высокую достоверность, точность и практическую значимость результатов исследования.

Актуальность темы

На территории Казахстана насчитывается около 85 022 рек, из которых подавляющее большинство – 84 694 – имеют длину менее 100 км. Количество водотоков длиной от 100 до 500 км составляет 305, а рек длиной от 500 до 1000 км – 23. Согласно данным гидрографических исследований, общее число рек длиной более 10 км составляет около 8 000, из них примерно 7 000 относятся к постоянным водотокам, превышающим 10-километровый рубеж.

Приведённые сведения подтверждают актуальность выбранной темы, поскольку значительная часть речной сети страны относится к внутренним бессточным бассейнам. Одним из таких водных объектов является река Талгар длиной 117 км и площадью водосборного бассейна 444 км². Река берёт начало от Талгарского ледника и впадает в Капшагайское водохранилище. Основная река Талгар формируется в предгорной части региона в результате слияния двух небольших притоков – Левого Талгара и Правого Талгара.

Воды реки используются для сельскохозяйственных нужд, водоснабжения, а также энергетическими предприятиями. Вдоль реки расположены город Талгар, населённые пункты Ават, Новоалексеевка, Жанажар и другие. В отдельных случаях в бассейне реки наряду с оползневыми процессами наблюдаются селевые потоки.

Оползневые процессы представляют значительную опасность, поскольку оказывают прямое или косвенное воздействие на природную среду, экономику и социальное благополучие населения, а в отдельных случаях их активизация может приводить к человеческим жертвам и материальному ущербу.

В связи с этим геодезическое обоснование геоэкологического районирования территории по степени опасности гравитационных процессов является актуальной научно-технической проблемой и сложной исследовательской задачей. Всестороннее изучение указанных процессов и их учёт имеют особое значение для предупреждения негативных последствий. Диссертационная работа, посвящённая геодезическому обоснованию геоэкологического районирования территории по уровню гравитационной опасности, является особенно актуальной с точки зрения предупреждения техногенных аварийных явлений, обусловленных развитием оползневых процессов в пределах речных береговых зон.

Научная новизна темы

Для территории реки Талгар разработан комплексный подход к геоэкологическому районированию по степени опасности гравитационных

процессов на основе интеграции геодезических, спутниковых, геоэкологических и инженерно-геологических данных.

Впервые для территории реки Талгар разработана комплексная методика многолетнего анализа гравитационных процессов на основе интеграции пространственно-временных геодезических и спутниковых данных с геоэкологическими и инженерно-геологическими показателями.

Цель исследования научное обоснование геоэкологического районирования территории на основе оценки уровня опасности гравитационных процессов с использованием геодезических, геоинформационных и спутниковых данных.

Объект и предмет исследования являются гравитационно опасные процессы и формирующиеся в их пределах геоэкологические условия на территории реки Талгар.

Предметом исследования являются методы и технологии геоэкологического районирования территории по степени опасности гравитационных процессов на основе использования геодезических, спутниковых, геоинформационных, беспилотных и нейросетевых данных.

Задачи исследования

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решались следующие задачи:

- Проанализировать методы оценки и прогнозирования гравитационных процессов с учётом геоморфологических и антропогенных особенностей территории реки Талгар.

- Определить и проанализировать морфометрические показатели рельефа, включая уклон, экспозицию и кривизну поверхности, для геодезического обоснования геоэкологического районирования.

- Разработать карту геоэкологического районирования исследуемой территории по уровню опасности гравитационных процессов на основе результатов комплексного мониторинга и нейросетевого анализа.

- Создать геодезическую основу исследования: спроектировать и сформировать специализированную планово-высотную опорную сеть на исследуемой территории, а также выполнить её уравнивание на основе статических GNSS-наблюдений с привязкой к международной системе ITRF.

- Оценить пространственно-временную динамику гравитационных процессов на основе интеграции геодезических, геоинформационных, спутниковых данных и нейросетевого моделирования.

Методы исследования

Для достижения цели и решения поставленных задач в диссертационной работе применялся комплекс исследовательских методов.

Для оценки гравитационно опасных территорий использовались методы обработки спутниковых данных, включая фотограмметрию с применением беспилотного летательного аппарата, спутниковый мониторинг по данным Sentinel-2 и анализ радиолокационных данных Sentinel-1 методом InSAR. Для количественной оценки полученных результатов применялся метод корреляционного анализа Пирсона. При комплексной обработке

пространственных данных и классификации уровня опасности использовалась искусственная нейронная сеть архитектуры $11 \times 9 \times 1$, на основе которой была разработана карта геоэкологического районирования. Точность и достоверность результатов исследования проверялись методами верификации и сравнительного анализа.

В результате комплексного анализа данных были выявлены опасные участки, подверженные развитию гравитационных процессов. На основе применения запатентованного инновационного устройства – постоянного грунтового репера (патент № 4700) – были выполнены высокоточные тахеометрические съёмки с использованием приборов South G4, South G6 и Leica TC 1201, а также GNSS-спутниковый мониторинг. В ходе исследования широко применялись методы геоинформационного анализа, обрабатывались топографические карты, статистические и метеорологические данные. Кроме того, на основе цифровой модели рельефа (ЦМР, DEM) были определены морфометрические характеристики рельефа, включая уклон, форму рельефа и экспозицию.

Научные положения, выносимые на защиту

Обработка и интеграция многолетней пространственной информации, включающей спутниковые и геоинформационные данные, позволяет выявлять зоны аномальной деформационной активности и с высокой точностью определять границы оползнеопасных участков.

Применение запатентованной авторской модели постоянного грунтового репера (патент № 4700) обеспечивает повышение устойчивости опорной сети и точности мониторинговых измерений в условиях сложного горного рельефа.

Использование методов ГИС-анализа и нейросетевого моделирования для определения уровня опасности гравитационных процессов служит основой для составления карты геоэкологического районирования опасных территорий Талгарского района.

Практическая значимость диссертационной работы определяется возможностью использования полученных результатов при геоэкологическом районировании территории реки Талгар по степени опасности гравитационных процессов, выявлении опасных участков, организации мониторинга и разработке мероприятий по предупреждению природных опасностей.

Результаты научно-исследовательской работы могут быть использованы в различных сферах деятельности, в Управлении земельных отношений города Алматы, а также в отечественных и международных научно-исследовательских организациях соответствующего профиля. Это будет способствовать развитию экономики и повышению безопасности национальной инфраструктуры.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии методов геодезического обоснования геоэкологического районирования территории по степени опасности гравитационных процессов, а также в совершенствовании подходов к оценке опасных территорий на основе

комплексного использования геодезических, спутниковых, геоинформационных, беспилотных и нейросетевых данных.

Разработанная методика может быть использована для повышения точности геоэкологического районирования по степени опасности гравитационных процессов в других регионах с аналогичными природными и геодинамическими условиями.

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач исследования, подготовке исходной информационной базы, выполнении расчётно-аналитических работ, обработке данных геодезических и спутниковых наблюдений, анализе и научной интерпретации полученных результатов, разработке карты геоэкологического районирования по уровню опасности гравитационных процессов, а также в подготовке научных статей и текста докторской диссертации.

Публикации и апробация работы

По теме диссертационного исследования опубликованы следующие работы:

В журнале Engineered Science, том 28, выпуск 1081, опубликована статья на тему «Predictive System for Road Condition Monitoring based on Open Climate and Remote Sensing Data – A Case Study with Mountain Roads» (2024 г.), DOI: <https://10.30919/es1081>, Q1.

В журнале Remote Sensing, том 18, выпуск 11, опубликована статья на тему «Application of Artificial Intelligence in Landslide Susceptibility Assessment: Review of Recent Progress» (2025 г.), DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17010034>, Q1.

В журнале Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu опубликована статья на тему «Application of the wavelet transformation theory in the algorithm for constructing a quasigeoid model» (2022 г.), DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-4/123>, Q3.

Структура и объём диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, описания объекта и методов исследования, раздела результатов исследования и их обсуждения, заключения и списка использованных источников.