

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

**Мониторинг оползней с применением технологии наземного лазерного  
сканирования (на примере Новопчёлка и Верхний Октябрьский)**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 246 группы \_\_\_\_\_  
направления 05.04.06 «Экология и природопользование»  
\_\_\_\_\_ географического факультета  
\_\_\_\_\_ Ковалёва Кирилла Александровича

Научный руководитель

К.Г.Н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

Зав. кафедрой

К.с-х.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

\_\_\_\_\_ подпись, дата

\_\_\_\_\_ подпись, дата

В.А. Данилов

инициалы, фамилия

В.А. Гусев

инициалы, фамилия

Саратов 2024

**Введение.** *Актуальность темы:* территория Саратовской области расположена в потенциальной зоне развития оползневых процессов и явлений. Оползни особенно широко распространены в Саратовском правобережье и особенно опасны для крупных урбанизированных территорий (Саратов, Вольск) и ряда прочих населенных пунктов (села Золотое, Воскресенское и пр.).

Их возможная активизация и масштабность территорий, попадающих в зону действия оползней, может повлечь значительные траты ресурсов для ликвидации и прекращение ЧС, поэтому проблема изучения и прогнозирования развития оползневых тел является особенно актуальной. В городе Саратов выделяется три группы типов оползней, которые имеют разный генезис и для которых могут быть разные факторы активизации.

*Цель* данного исследования – отработка применения технологии наземного лазерного сканирования для осуществления мониторинга оползней разных типов (на примере оползней Новая Пчёлка и Октябрьский верхний).

*Защищаемые положения:*

Цифровые модели рельефа, построенные по данным наземного лазерного сканирования, могут применяться для выявления динамики состояния оползня с возможностью метрического измерения микроподвижек на всей его территории.

Активизация исследуемых оползней на территории города Саратов связана преимущественно не с природными факторами воздействиями, а с изменением характера использования близлежащих территорий.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Выявить и проанализировать возможные причины возникновения и активизации различных типов оползней на территории города Саратов.
2. Оценить возможности применение технологии наземного лазерного сканирования по сравнению с другими методами оползней.

3. Проведение оценки мониторинга оползня по данным дистанционного зондирования и наземного лазерного сканирования от внешних фактор воздействия: метеофакторы, воздействия человека.

4. Оценка возможных экологических рисков, связанная с риском развития оползневых тел данных зон.

*Методы исследования.* В ходе исследования будет применяться научно-литературный и полевой метод. Материалы, с помощью которых будет проходить данное исследование, представляют собой совокупность статей, источников и книжных изданий, отчетов МЧС, данных лазерного сканирования, метеоданных, химических анализов.

Работа написана на основе 34 источников информации, в т.ч. электронных – 18.

*Структура исследования:* Настоящая работа состоит из введения, трех глав основного текста, заключения, списка использованных источников и приложения. Во введении обоснована актуальность исследуемой проблемы, сформулированы объект и предмет, определены цель, задачи и методы исследования.

В первой главе представлен обзор литературы и анализ научных исследований, касающихся оползневых явлений и их разнообразия, а также рассматривается их происхождение и классификация. оползневые процессы на территории города Саратова, особенно на восточном склоне Приволжской возвышенности и на склонах долин некоторых рек, балок и оврагов. Отмечается, что оползни на этой территории преимущественно сосредоточены в трех зонах: Лысогорском, Соколовогорском и Увекском массивах.

Во втором разделе рассматриваются не только текущее состояние оползней, но и их происхождение, а также история изучения этих процессов на данной территории. Также рассмотрены различные методы мониторинга на примере оползней Новая Пчёлка и Октябрьский Верхний, их преимущества и недостатки.

В третьем разделе проведен анализ оползней Новая Пчёлка и Октябрьский верхний, их происхождение и динамика с использованием спутниковых данных. Построены цифровые модели рельефа на основе данных наземного лазерного сканирования. Проведена оценка возможных экологических последствий, связанных с риском активации оползневых явлений, а также прогноз развития оползня Новая Пчёлка.

**Основное содержание.** В первой главе «Оползни города Саратова» определена были рассмотрены ключевые аспекты, связанные с оползневыми процессами в городе Саратов.

Объектом оползневедения является всё разнообразие оползней естественного и техногенного происхождения, распространенное на Земле. В узком смысле рассматриваются оползни, которые были изучены и описаны в литературе, и информация о которых доступна для научного исследования. В отличие от таких понятий, как “оползневое явление” и “оползневой процесс”, понятие “оползень” включает в себя более полное описание данного природного образования.

Проведя анализ порядка одиннадцати популярных определений понятия “оползень”, мы сформулировали следующее более точное определение: оползень — это специфическое геологическое тело, формирующееся путём отделения части горных пород, слагающих склоновый массив, и последующего его смещения. Оползневой процесс обладает двумя отличительными особенностями, которые выделяют его среди всех других гравитационных склоновых процессов:

- 1) Оползневое тело сохраняет материальную связь со средой своего образования
- 2) Появляется стенка срыва – это видимая часть поверхности или зоны смещения.

Эти признаки позволяют отличить оползни от обвалов, осыпей и других гравитационных процессов на склонах.

На основе анализа типов оползневых тел, причин их возникновения, а также характеристик основных оползневых зон города можно сделать следующие выводы:

В Саратове наблюдается разнообразие типов оползневых тел, что связано с различными геологическими и гидрогеологическими условиями. Оползни в регионе классифицируются по морфологическим особенностям и механизму движения грунта, что позволяет более точно определять методы их мониторинга и стабилизации.

Основными причинами возникновения оползней в Саратове являются природные и антропогенные факторы. К природным факторам относятся интенсивные осадки, эрозионные процессы, а также особенности геологического строения местности. Антропогенные факторы включают строительство, выемку грунта, изменения в водоотводе и другие виды хозяйственной деятельности, которые способствуют дестабилизации склонов.

В пределах города выделены несколько основных оползневых зон, каждая из которых обладает своими специфическими характеристиками:

1. Соколовогорская зона: Характеризуется высокой степенью активности оползневых процессов, что связано с интенсивным антропогенным воздействием и сложными гидрогеологическими условиями.
2. Лысогорская зона: В этой зоне наблюдаются значительные по масштабам и частоте оползневые явления, что требует постоянного мониторинга и применения мер по стабилизации склонов.
3. Увекская зона: Оползни в данной зоне также активно развиваются, и на их возникновение влияют как природные, так и антропогенные факторы.

Каждая из рассмотренных зон требует индивидуального подхода к изучению и предотвращению оползневых процессов, учитывая уникальные условия и факторы, влияющие на устойчивость склонов.

Подводя итог, можно сказать, что детальное изучение типов оползневых тел, причин их возникновения и характеристик оползневых зон в городе Саратов позволяет более эффективно разрабатывать меры по предотвращению и смягчению последствий оползней. Это особенно важно для обеспечения безопасности и устойчивого развития городской территории.

Во второй главе «Мониторинг оползней города Саратов» проводится непосредственно мониторинг оползней, который включает различные методы исследования. Они выбираются в зависимости от требуемой точности и доступных финансовых ресурсов. Рассмотрим некоторые из них: метод инженерно-геологических аналогий, инструментальный метод наблюдения, метод измерения двух опорных и двух подвижных точек наблюдения, математические методы, геолого-геоморфологические методы, геоинформационные методы.

Оползневые явления распространены на территории Саратовского Поволжья, особенно вдоль восточного склона Приволжской возвышенности и на склонах долин некоторых рек, балок и оврагов. Этому способствуют геолого-тектонические и гидрогеологические условия, характерный рельеф, активная боковая эрозия, особенности климата, а также действие антропогенных факторов. Оползни обычно встречаются на крутых склонах, где преобладают породы нижнего и верхнего мела, реже плиоцена и плейстоцена, содержащие водоносные горизонты.

Современные оползни являются достаточно заметными морфологическими образованиями. Они часто простираются вдоль Волги на значительные расстояния или развиваются отдельными очагами на фоне более старых образований. Ширина оползневых террас может достигать 1,5-2,0 км. Последнее увеличение активности оползней связано с повышением уровня воды в Волге после строительства водохранилищ и развитием абразионных процессов.

Анализ метеофакторов показал, что погодные условия оказывают значительное влияние на развитие оползней. Интенсивные осадки, температурные колебания и другие климатические параметры могут существенно ускорить оползневые процессы, что требует учета этих факторов при организации мониторинга и принятии превентивных мер.

Оползень Октябрьский верхний:

Оползень имеет сложное геологическое строение, включающее различные слои грунта и водоносные горизонты, что влияет на его стабильность.

Регулярное наблюдение за состоянием оползня с использованием современных технологий позволяет своевременно выявлять изменения и предпринимать необходимые меры для предотвращения негативных последствий.

Оползень Новая Пчелка:

Оползень характеризуется сложными геологическими и гидрогеологическими условиями, что обуславливает его высокую подвижность. Водонасыщенность грунтов играет ключевую роль в развитии оползневого процесса.

Использование комплексных методов мониторинга, включая наземное лазерное сканирование и гидрогеологические наблюдения, позволяет отслеживать изменения в состоянии оползня и разрабатывать эффективные меры по его стабилизации.

Подводя итог, можно сказать, что комплексный подход к мониторингу оползней в городе Саратов, включающий использование разнообразных методов и учет метеофакторов, позволяет эффективно отслеживать и управлять оползневыми процессами. Детализированное изучение оползней "Октябрьский верхний" и "Новая Пчелка" демонстрирует важность сочетания геологических, гидрогеологических и современных технологических методов для обеспечения безопасности и минимизации риска возникновения оползней.

В третьей главе «Прогнозирования экологических рисков развития оползней» представлено прогнозирование экологических рисков, связанных с развитием оползней в городе Саратов, на основе результатов мониторинга и анализа изменений хозяйственного использования территорий. Основные выводы по данной главе следующие:

Мониторинг оползней "Новая Пчёлка" и "Октябрьский верхний" показал значительную динамику в их развитии. Технология наземного лазерного сканирования, использованная для отслеживания изменений, позволила выявить микроподвижки и крупные сдвиги в массивах грунта, что подтверждает высокую активность оползневых процессов в этих зонах. Эти данные являются критически важными для дальнейшего прогнозирования и принятия мер по предотвращению экологических рисков.

Анализ изменений хозяйственного использования территории водосбора оползня "Новая Пчёлка" показал, что антропогенная деятельность значительно влияет на стабильность склонов. Включение в процесс мониторинга данных об изменении использования земель (строительство, сельскохозяйственная деятельность и т.д.) позволило установить прямую связь между хозяйственной деятельностью и усилением оползневых процессов. Это подчеркивает необходимость контроля и регулирования антропогенных факторов в целях минимизации негативного воздействия на оползневые зоны.

Прогноз развития оползня "Новая Пчёлка" и возможные экологические риски на основе данных мониторинга и анализа гидрогеологических условий показал, что в случае отсутствия мер по стабилизации склонов, территория площадью около 76 000 м<sup>2</sup> будет подвергаться значительным экологическим рискам. Это включает потенциальное разрушение инфраструктуры, утрату земель, ухудшение качества воды и прочие негативные экологические последствия. Прогнозирование таких рисков позволяет своевременно разработать и внедрить меры по предотвращению дальнейшего развития



оползня, что является важным шагом для обеспечения экологической и хозяйственной безопасности региона.

Подводя итог, можно сказать, что результаты мониторинга оползней и анализ изменений хозяйственного использования территории являются основой для прогнозирования экологических рисков. Эти данные подчеркивают необходимость комплексного подхода к управлению оползневыми процессами, включающего как мониторинг, так и регулирование хозяйственной деятельности, что позволит минимизировать негативные последствия и обеспечить устойчивое развитие территорий, подверженных оползням

**Заключение.** Проведенный анализ и полученные в ходе выполнения работы результаты позволяют сделать следующий ряд выводов:

- Цифровые модели рельефа, построенные по данным наземного лазерного сканирования по сравнению с другими методами мониторинга позволяют отслеживать динамику оползней с высокой точностью, в т.ч. фиксировать микроподвижки на всей площади оползания.
- Анализ данных мониторинга оползня "Верхний Октябрьский" выявил наличие прямой умеренной корреляции между суммарными осадками, выпадающими в тёплый период отсутствия растительности, и линейной величиной подвижки оползня.
- На территории "Новая Пчёлка" существенное влияние на скорость развития оползневых процессов оказывает хозяйственная деятельность человека, что требует принятия дополнительных мер по контролю и снижению антропогенного воздействия для их нивелирования.
- Прогноз сложившейся динамики развития оползня на участке "Новая Пчёлка" показал, что в ближайшие 30 лет, на площади порядка 64 000 м<sup>2</sup> могут проявиться экологические риски: дальнейшему развитию и активизации, такие как: нарушение транспортных коммуникаций,

разрушение водо-, газо-,электропроводов, загрязнение большими объёмами масс, что затронет 110 домовладений.

Подводя итог, можно сказать, что применение технологии наземного лазерного сканирования является эффективным и перспективным методом для мониторинга оползней. Данный метод позволяет не только точно фиксировать текущие изменения, но и прогнозировать развитие неблагоприятных экологических и хозяйственных рисков.