

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

**Комплексная оценка оползневой опасности на территории города
Саратова**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 421 группы


направления 05.03.02 – География

географического факультета

Филипповой Светланы Геннадьевны

Научный руководитель
старший преподаватель

должность, уч. степень, уч. звание




подпись, дата

В.А. Морозова

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой
доцент, к.с-х.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание



подпись, дата

В.А. Гусев

инициалы, фамилия

Саратов 2022

Введение. Оползневые процессы отличаются внезапностью и значительной скоростью протекания. Оползень представляют собой опасный геологический процесс, распространенный как в горной местности, так и на равнинах. Негативное влияние оползней проявляется не только в существенном изменении рельефа земной поверхности, они уничтожают расположенные на них уголья, нарушают устойчивость инженерных сооружений: зданий, дорог, трубопроводов и многое другое.

В результате нанося не только серьезный финансовый ущерб, но и нередко унося с собой человеческие жизни. На активизацию оползневых процессов влияют не только природные, но и антропогенные факторы, в следствии нерационального освоения территории.

Актуальность исследования. Оползневые процессы нередко приводят к чрезвычайным ситуациям вследствие угрозы разрушения зданий, сооружений и коммуникаций, нарушения сельскохозяйственных и прочих земель. Именно поэтому важную роль в географических исследованиях занимают вопросы изучения генезиса, мониторинга и прогнозирования оползневых процессов.

В связи с этим, *целью бакалаврской работы* является анализ и оценка оползневой опасности на территории г. Саратова.

Для достижения указанной цели, были поставлены следующие задачи:

1. Изучить основные факторы оползнеобразования;
2. Систематизировать существующие методы мониторинга оползневых процессов;
3. Составить картографическую базу данных по основным оползнеобразующим факторам;
3. Провести оценку уязвимости территории для возникновения оползней для г. Саратова.

Методы исследования. Для решения поставленных задач использовались описательный метод, анализ литературных источников и источников сети Интернет по теме исследования, картографический метод, обобщение полученных данных.

Работа состоит из введения, трех разделов, восьми таблиц, 32 рисунков, заключения, списка источников и приложений.

Основное содержание работы

1 Оползневые процессы на территории г. Саратова

Первый раздел включает в себя классификацию и виды оползней, факторы их формирования, опасность оползневых процессов., рассмотрены методы качественной, полуколичественной и количественной оценки территории.

Под термином «оползень» часто подразумевают сам процесс смещения, пород, слагающих склон, однако стоит разграничивать понятие оползень и оползневой процесс. *Оползень* – это геологическое тело, которое представлено смещенными горными породами, сформировавшимися в результате развития на склоне оползневого процесса. Оползневой процесс в свою очередь, это перемещение образовавшегося оползневого тела по поверхности скольжения без потери контакта с несмещаемым ложем [1].

На территории Саратова представлены многочисленные типы оползней, которые также характерны для Русской равнины. Существует большое количество классификаций оползней. По геоморфологическим особенностям большинство оползней г. Саратова можно разделить на: приуроченные к береговой зоне водохранилища, приуроченные к уступам плато, приуроченные к элементам овражно-балочной сети.

По мощности оползневого процесса, то есть вовлечению в движение масс горных пород, оползни делятся на: малые — до 10 тыс. м³; средние — 10-100 тыс. м³; крупные — 100—1000 тыс. м³; очень крупные — свыше 1000 тыс. м³.

Поверхность, по которой оползень отрывается и перемещается вниз, называется поверхностью скольжения или смещения. Поэтому можно выделить еще одну классификацию – по крутизне поверхности скольжения или смещения: очень пологие — не более 5°; пологие — 5°-15°; крутые — 15°-45°.

По глубине залегания поверхности скольжения различают оползни: поверхностные — не глубже 1 м; мелкие — до 5 м; глубокие — до 20 м; очень глубокие — глубже 20 м.

Кроме данных типов общепринято разделение оползней на следующие четыре основных (генетических) типа по механизму движения и строению: оползни выдавливания (детрузивные), оползни скольжения (консеквентные); оползни вязко-пластичные (деляпсивные), смешанные [2,3].

Развитие оползневых процессов во многом зависит от геологического строения и рельефа территории, режима осадков, подземных вод, близости рек и водохранилищ, а также от антропогенной нагрузки. Для возникновения оползней необходимо сочетание следующих условий: геоморфологических, геологических, гидрогеологических, климатических и антропогенных.

Природные условия, которые способствуют развитию оползней, ухудшаются неосторожностью человека, который бездумно выполняет порой опасные действия, например, срезает нижнюю часть склона для проведения дорог или же нагружает склон зданиями, которые несомненно будут оказывать негативное влияние и в результате может произойти разрушение дома, а также возможны и человеческие жертвы. Часто на участках действующих оползней распространена одноэтажная жилая застройка, которая способствует активизации опасных процессов.

Различные методы оценок занимают важное место на предварительных стадиях проектирования различных инженерных сооружений и не только, однако если нет детальной информации инженерно-геологических изысканий, то требуется разделить объекты на классы по степени оползневой опасности.

Качественные методы. Оценка осуществляется на основании экспертного анализа всей совокупности факторов, которые будут определять возможность наступления оползневого события, а также его последствия. В итоговом варианте оценки полученная информация должна гарантировать основу для разделения выбранных факторов на качественные характеристики оползневого риска («очень высокий», «высокий», «умеренный» и т.п.).

Полуколичественные методы. Оценка заключается в переходе от количественных и качественных характеристик природных и технических условий к балльным оценкам. Этот метод применяется тогда, когда важно узнать воздействие на объект нескольких факторов.

Количественные методы. Применяются при огромном количестве различных проектных решений (например, при строительстве дорог и различных противооползневых мерах защиты). Достоинство метода - высокая точность результатов [4,5].

2 Методы мониторинга и оценки природных и антропогенных явлений

Второй раздел включает различные методы мониторинга, а именно данные дистанционного зондирования и полевые изыскания, применение метода анализа иерархий (АНР) в оценке и анализе оползневой опасности.

Данные дистанционного зондирования (ДДЗ). ДДЗ применяются как для идентификации и картографирования оползней, так и для мониторинга, анализа динамики оползневых тел и их подвижек. Для указанных целей привлекают съёмки в видимой, ближней инфракрасной, тепловой инфракрасной, радиоволновой и ультрафиолетовой зонах спектра. В последнее время исследования оползней средствами космической съёмки расширились за счет съёмки в радиодиапазоне, поскольку радарная интерферометрия позволяет обнаруживать деформации и смещения земной поверхности в доли сантиметров [6].

Полевые изыскания

Геофизический метод. На первом этапе изучаются инженерно-геологические условия оползневого участка: пространственные параметры оползня; положение зоны скольжения, уровня грунтовых вод; оценка направления и скорости фильтрационного потока. На втором этапе проводятся исследования динамики оползневого процесса для прогнозирования его возможного развития и разработки противооползневых мероприятий. С этой целью осуществляются режимные геофизические наблюдения.

Геодезический метод. Для съемок в условиях горной местности используется тахеометрическая съемка (тахеометр - прибор, сочетающий классический теодолит с лазерным дальномером). В результате измерения зрительной трубой тахеометра получают 3 координаты - направление, расстояние (полярные координаты) и превышение измеряемого объекта относительно точки стояния прибора.

GPS-датчики. Датчик с устройством GPS-позиционирования ставится на оползневом участке. Периодически через спутники происходит определение координат датчика. Точность GPS-датчика очень сильно ухудшается по мере удаления от центрального устройства [7].

Воздушное лазерное сканирование. Основная функция лазера - генерация импульсного или непрерывного излучения, через которое, отражаясь от поверхности земли или наземных объектов, может быть использовано для измерения расстояния от источника излучения до объекта, вызвавшего отражение. С помощью воздушного лазерного сканирования можно получить значительно более информативную картину изменений в рельефе при периодических наблюдениях, чем при обычных геодезических измерениях.

Применение метода анализа иерархий (АНР) в оценке и анализе оползневой опасности

Американский ученый Томас Саати в 1975 году предложил метод анализа иерархий, который дает возможность представлять сложные задачи принятия решений в виде иерархий, с последующим сравнением альтернативных вариантов решения.

Алгоритм АНР включает следующее:

- формирование иерархии целей;
- определение приоритетов;
- расчет локальных векторов приоритетов;
- проверка экспертных оценок на непротиворечивость (вычисление индекса согласованности);

- расчет приоритетов целей и мероприятий для иерархии в целом на основе синтеза локальных приоритетов.

При применении данного метода в оценке оползневой опасности целесообразно использовать следующую группу факторов: кривизну, углы наклона и экспозицию склонов, геологическое строение, грунтовые воды, инженерная и хозяйственная деятельность человека и другие характерные факторы для выбранной территории. Каждый из перечисленных факторов в отдельности может вызвать нарушение равновесия грунтовых масс на откосах, но чаще наблюдается их комплексное взаимодействие. Грунты на откосах, оказавшиеся под таким совместным влиянием, легко приходят в движение и образуют оползни. В природе действует закон связей в развитии геологических процессов и явлений. Далее при развитии одних явлений неизбежно возникают и развиваются другие [8].

3 Оценка оползневой опасности на территории г. Саратова

Третий раздел включает составление картографической базы данных по факторам оценки, а также анализ интегральной карты подверженности территории г. Саратова оползневой опасности.

Для комплексной оценки территории относительно оползневой опасности, была выбрана следующая группа факторов: кривизна, углы наклона, экспозиция, грунтовые воды, горизонтальное расчленение, евклидово расстояние до тальвежной сети, евклидово расстояние до дорожной сети, индекс пересеченности местности (TRI), топографический индекс влажности (TWI), нормализованный вегетационный индекс (NDVI), генезис почвообразующих пород, ландшафтные зоны, геоморфология. Для комплексной оценки был выбран метод построения и сравнения иерархий, представленный в пункте 2.

По каждому из выбранных факторов были построены растры, которые в последующем были переклассифицированы на 5 классов по уровню опасности (очень низкий (1), низкий (2), умеренный (3), высокий (4), очень высокий (5)), раскрашены соответственно в светло-зеленый, темно-зеленый, желтый,

оранжевый и красный. Наибольший уровень опасности (5) получили территории, на которых уже отмечены оползневые участки.

Переклассификация происходила в QGIS, при помощи функции анализа растров – переклассификация по таблице. Следующим этапом было создание матрицы, в которой попарно сравнивались выделенные ранее факторы. Считался вес каждого фактора и коэффициент окончательной непротиворечивости матрицы. Заключительным этапом анализа является использование способа взвешенных сумм, это необходимо для того, чтобы каждую карту-фактор с присвоенными значениями для их классов умножить на соответствующие веса и суммировать все полученные растры, чтобы получить простую карту, где каждая ячейка имеет определенное значение суммарного индекса восприимчивости.

Интегральная карта дает предположение о том, что будущие оползневые процессы будут протекать в схожих условиях, эту модель можно будет использовать для дальнейшего изучения территории и более глубокого анализа взаимодействия факторов.

Исходя из данных карты, там, где уже есть оползневые участки, уровень опасности высокий, отсюда можно сделать вывод, что применение данного метода является правдоподобным.

Высокий уровень опасности наблюдается в таких районах, как Мирный, в долине рек 1-я и 2-я Гуселка, Березина, Елшанка, Соколовогорский, Пчелка, Затон, 2-й дачный, Клинический, Октябрьский, пос. Нефтяников, Рокотовка, Верхняя Стрелковка, Нефтяной и Увек. Низкий уровень наблюдается преимущественно в понижениях, а также на самом Лысогорском плато. В целом, территория города Саратова довольно сильно подвержена оползневым процессам, участки высокого и умеренного уровня опасности занимают наибольшую территорию. На карте присутствуют белые участки, обозначающие отсутствие данных, это произошло в следствие не полной информации на определенных картах.

Для проверки достоверности данного метода можно рассмотреть карту величин оползневого потенциала на территорию Саратова [9], на которой участки с наибольшей величиной потенциала совпадают с построенной картой подверженности оползневой опасности, однако на ней имеются новые опасные зоны, например, это более обширная территория у р. 2-я Гуселка, р. Елшанка, новый участок отмечается южнее р. Березина.

Полученная карта подверженности оползневой опасности является важным инструментом для плановых и инженерных органов, так как в результате анализа можно определить зоны, которые могут быть подвержены оползанию и проводить мониторинги, для того, чтобы свести к минимуму ущербы и потери от внезапных подвижек.

Заключение.

В процессе проделанной работы были систематизированы существующие методы мониторинга оползневых процессов, составлена картографическая база данных по основным оползнеобразующим факторам, проведена оценка уязвимости территории для возникновения оползней для г. Саратова.

Территория Саратова характеризуется большим количеством оползнеопасных территорий, расположенных вблизи жилых строений и хозяйственных построек, поэтому важным остается процесс мониторинга. Так как в результате разрушительного действия оползней происходит не только изменение рельефа земной поверхности, но и наносится довольно высокий экономический ущерб. Оползни осложняют природопользование, затрудняют освоение склонов и часто являются угрозой для таких сооружений как здания, дороги и т.п.

Построенные карты наглядно показали влияние выбранных факторов, на образование оползней. На территории г. Саратова участки высокого и умеренного уровня опасности занимают наибольшую территорию.

Помимо выделенных оползнеопасных зон на изучаемой территории, стоит отметить и новые участки, например, это более обширная территория у р. 2-я Гуселка, р. Елшанка, новый участок отмечается южнее р. Березина.

Метод анализа иерархий отражает естественный ход человеческого мышления и дает более общий подход. Кроме того, оценка меры противоречивости использованных данных позволяет установить степень доверия к полученному результату.

Формирование структуры модели принятия решения в методе анализа иерархий достаточно трудоемкий процесс. Однако в итоге удается получить детальное представление о том, как именно взаимодействуют факторы, влияющие на приоритеты альтернативных решений, и сами решения. При сравнении с имеющейся картой величин оползневой опасности на территорию Саратова, метод показал не только общие совпадающие опасные участки, но и совершенно новые, это несомненно доказывает эффективность его использования при изучении и мониторинге опасных геологических явлений.

В ходе исследования были применены методы комплексирования математической модели анализа и географического метода, проанализирован ряд природных и антропогенных факторов оползневой опасности, дана оценка уязвимости территории.

Список используемых источников

- 1 Оползни. Основные определения [Электронный ресурс]: Opolzni.ru. – URL: <http://opolzni.ru/> (дата обращения: 10.01.2022). – Загл. с экрана. – Яз. рус.
- 2 Саваренский, Ф.П. Инженерная геология / Ф.П. Саваренский. – 2-е изд. – М.: ГОНТИ, 1939. – 488 с
- 3 Саваренский, Ф. П. Опыт построения классификации оползней / Ф. П. Саваренский // Труды 1 Всесоюзного оползневого совещания. – Л. – М.: ГОНТИ, 1935. – С. 29-37
- 4 Методические рекомендации по оценке оползневой опасности на автомобильных дорогах [Электронный ресурс]: Files.stroyinf.ru – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293783/4293783036.htm> (дата обращения: 17.03.2022). – Загл. с экрана. – Яз. рус
- 5 Тихвинский, И.О. К вопросу об использовании метода оползневой опасности / И.О. Тихвинский // Разработка методов прогнозной оценки развития оползневых явлений в условиях горно-складчатых областей

альпийского орогена: материалы научно-технической конференции. – Тбилиси: Мецниереба, 1978. – С. 52-56.

6 Ляпишев, К.М. Обзор современных исследований оползней по данным аэрофото-и спутниковых съёмок / Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС», 2015, Т. 21, № 1. - С.348-352.

7 Геофизический мониторинг оползневых процессов. [Электронный ресурс]: Bibl.tikva.ru. – URL: <http://bibl.tikva.ru/base/B1234/B1234Part71-195.php> (дата обращения: 27.05.2022). – Загл. с экрана. – Яз.

8 Леонова, А. В. Оценка оползневых процессов на территории г. Томска с использованием ГИС-технологий / А. В. Леонова, Л. А. Строкова, А. Н. Никитенков. – Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология, 2021. №1. С. 94–103.

9 Кузьмин, В.В. Оценка риска для территории г. Саратова вследствие проявления оползневых процессов / В.В. Кузьмин, Е.А. Тимофеева, Д.В. Чуносков // Журн. Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2010. №02. - С. 23-27.