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

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

Применение геоинформационного моделирования при оценке влияния оползневых процессов на хозяйственную деятельность человека с учетом инженерно-экологических изысканий (на примере Вольского района Саратовской области)

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента(ки) 2 курса 246 группы
направления 05.04.06 Экология и природопользование
географического факультета
Власенко Алёны Анатольевны

Научный руководитель
доцент, к.г.н., доцент А.В. Молочко

Зав. кафедрой
к.с-х.н., доцент В.А. Гусев

Саратов 2020

Введение. В настоящее время хозяйственная деятельность человека вышла на качественно новый уровень как по степени совершенствования технологической базы, так и по степени влияния на окружающую среду. Вместе с тем человеческая деятельность также оказывается под влиянием всяческих природных процессов, в большей степени экзогенных. Динамические экзогенные процессы способны вмешиваться в жизнь людей посредством своей разрушительной силы и приводить к катастрофическим последствиям, в результате которых жертвами могут стать не только объекты инфраструктуры, но и люди.

Среди многообразия экзогенных процессов был выбран для рассмотрения оползневой. При рассмотрении различных литературных источников было обнаружено, что проблема оползнеобразования довольно многогранна и главным вопросом в исследовании ставится вопрос определения наиболее значимых факторов, ведущих к появлению и развитию оползней.

Актуальность темы исследования определяется тем, что, в рамках современных инженерно-экологических изысканий все чаще применяются геоинформационные технологии. ГИС благодаря своей точности и информативности возможно внедрить практически во все области науки и исследования, которые подразумевают пространство и время.

Таким образом, геометоды способны облегчить и ускорить процесс проведения оценки территории с инженерно-экологической точки зрения.

Целью предоставленной работы является изучение влияния оползневых процессов на жизнедеятельность населения с помощью геоинформационного моделирования как одного из методов организации инженерно-экологических изысканий.

Основные задачи:

1) раскрыть сущность геоинформационного моделирования и его принципов и технологии;

2) раскрыть важность актуальность проблемы оползнеобразования и провести анализ распространения оползневых процессов на территории исследования;

3) выявить и проанализировать участки, находящиеся под наибольшим влиянием оползневого процесса;

4) провести оценку территории Вольского района посредством создания геомоделей;

5) разработать рекомендации по дальнейшей эксплуатации территории района.

Материалы и методы исследования. В ходе работы применялись следующие методы исследования: описательный, сравнительный, картографический, в частности методы математико-картографического и геоинформационного моделирования, а также аналитический метод.

Практическая значимость работы. Проведенный анализ оползневой ситуации и полученная итоговая оценка устойчивости территории Вольского района Саратовской области позволили разработать рекомендации по дальнейшему использованию района с учетом мероприятий по борьбе с оползневыми процессами и предотвращению негативных последствий.

Положения, выносимые на защиту:

1. Увеличению степени оползневой опасности на территории Вольского района во многом способствует интенсивная хозяйственная деятельность. Именно наложение антропогенной деятельности на природные предпосылки оползнеобразования привели к настоящей оползневой ситуации.

2. ГИС-технологии и геоинформационные методы исследования способны выступать в качестве полноценного инструментария современных инженерно-экологических изысканий.

Структура и объем работы. Магистерская диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения, списка использованных источников (35 наименований) и 11 приложений, которые представлены обзорной картой, картой оползневой опасности и индексными картами по Вольскому района.

Работа проиллюстрирована 7 рисунками, содержит 13 таблиц, объем магистерской диссертации составляет 62 страницы машинописного текста.

Основное содержание работы.

1 Геоинформационное моделирование как метод и технология обработки пространственно-временных данных

В первом разделе рассматривается распространенное и широко применяемое в современной науке геоинформационное моделирование, которое может быть рассмотрено в двух его ипостасях: как метод и как технология. Геомоделирование изучает любые процессы как в пространстве, так и во времени [1].

Геоинформационное моделирование подразумевает создание моделей, которые служат основой при обработке информации и широко применяются в прикладных исследованиях. В широком смысле понятием «геоинформационное моделирование» обозначают любой процесс преобразования пространственных данных, результатом которого является качественно новая пространственная информация.

Геоинформационное моделирование основано на определенных концепциях:

- базовых понятиях;
- классификации;
- пространственных отношениях;
- системном подходе;
- структурном анализе;
- построении информационных единиц;
- выборе методов преобразования [2].

2 Оползневой процесс как один из наиболее опасных динамических экзогенных процессов

Данный раздел посвящен актуальной в настоящее время проблеме оползнеобразования. В разделе подробно рассматриваются оползневые процессы и их влияние на жизнедеятельность населения, при этом уделяется

особое внимание распространению оползневых процессов на территории исследуемого Вольского района, а также проводится анализ настоящей оползневой ситуации на территории района.

Вольский муниципальный район занимает территорию 3692км^2, на Приволжской возвышенности на северо-востоке Саратовского Правобережья; это самый крупный по площади район Правобережья [3].

На территории района распространены разнообразные природные и инженерно-геологические процессы, определяющие основные черты современного мезо- и микрорельефа. Наиболее ярко проявляются эрозионные, оползневые, гравитационные, карстовые и суффозионные процессы. Оползневые процессы на территории Вольского района развиты в большей степени, о чем и свидетельствуют существующие оползневые тела, а также прогнозируемые оползнеопасные участки [4].

По правому склону р. Волги от с. Алексеевка до с. Широкий Буерак и в районе г. Вольска широко развиты оползни. Циркообразные оползни встречены в районах выклинивания верхнего мела вблизи сс. Белогорное, Черкасское, Покурлей. Наиболее крупные оползни приурочены к восточному склону Приволжской возвышенности, круто обрывающемуся к Волге, т.е. к Саратовскому и Волгоградскому водохранилищам. Встречаются оползни-сдвига и оползни-потоки. Оползни сдвига, связанные с плиоценовыми отложениями наблюдаются в средней части оврага левого склона долины р. Алай у с. Горячка и в овраге с. Черкасское (акчагыльские глины); оползни-потоки развиты на правом склоне долины р. Волга у с. Широкий Буерак, а также на правом склоне долины р. Чернавка, и в верховье оврага Широкий [4, 5].

По карте оползневой опасности были выделены оползнеопасные участки:

- территории в районе населенного пункта Шиханы и далее в северо-восточном направлении в пределах междуречья рек Терешка и Терса;

- участки в северо-западной части района [6].

Оползневые процессы приводят к значительным изменениям различных компонентов окружающей среды. Например, оползни способны изменить почвенный покров. Изменения свойств почвенного покрова территории, в свою очередь, неуклонно ведут к трансформации типа использования территории, делая их непригодными для выращивания тех или иных сельскохозяйственных культур [7, 8]. Такой экзодинамический процесс как оползневой может повлиять на любой участок, полностью изменяя его качественные и количественные характеристики.

3 Применение геометодов для анализа оползневого влияния на хозяйственную деятельность в рамках инженерно-экологических изысканий

Третий раздел посвящен анализу устойчивости территории Вольского района в инженерно-экологическом плане и возникновения возможных природных изменений.

Инженерно-экологические изыскания позволяют дать рациональную оценку территории в виду происходящих природных процессов и проводимой человеческой деятельности.

Для оценки исследуемой территории среди многообразия геоинформационных методов был выбран метод геоинформационного моделирования, так как именно данный метод обладает высокой степенью информативности и наглядности.

Так как в ряд задач инженерно-экологических изысканий входит оценка современного экологического состояния территории, можно смело говорить о значимости анализа устойчивости исследуемого Вольского района. Под устойчивостью понимается пригодность территории для проведения каких-либо действий в ее пределах и степень ее «готовности» эти воздействия и изменения перенести с возможностью восстановления [9].

Оценка устойчивости территории включает:

– системную оценку состояния и прогнозирование изменений;

– учет структурных единиц территории, а также связей между ними;

– оценку предполагаемых модификаций структурных единиц территории;

– оценку потенциальных нагрузок на территорию, ее гибкость;

– анализ первоначальной обстановки на территории исследования.

Для оценки современного экологического состояния района были выбраны специальные индексы, по которым возможно проанализировать не только само состояние территории в настоящий момент, но и сделать прогноз дальнейшего развития и влияния на оползневые процессы, изучаемые в данной работе [10].

Данные индексы можно подразделить на группы:

1. индексы общей устойчивости территории;

2. индексы, оказывающие влияние на оползневую ситуацию территории;

3. индексы, посвященные изучению антропогенного влияния на территорию.

К первой группе относятся 4 индекса: индекс экотонизации, коэффициент экологической стабильности ландшафта (КЭСЛ1 и КЭСЛ2) и индекс экологического влияния лесополос на окружающие угодья.

Ко второй группе относятся 3 индекса: индекс эрозионной расчленённости территории, процент защищённости пашни защитными лесными насаждениями и степень распаханности территории. Важно заметить, что индексы всех групп так или иначе могут повлиять на оползневую ситуацию территории района, но именно индексы 2-ой группы оказывают непосредственное участие в развитии оползней, а порой и показатели этих индексов могут выступать в качестве факторов оползнеобразования.

К третьей группе относятся 2 индекса: индекс антропогенной преобразованности (по Гофману) и коэффициент мозаичности.

По каждому из индексов производились расчеты и итогом служили тематические карты, созданные на основе полученных показателей:

1 Степень экотонизации Вольского района;

2 Коэффициент экологической стабильности ландшафта 1;

3 Коэффициент экологической стабильности ландшафта 2;

4 Ширина экологического влияния лесополос на окружающие угодья;

5 Эрозионная расчлененность территории;

6 Степень распаханности территории;

7 Процент защищенности пашни защитными лесными насаждениями;

8 Степень антропогенной преобразованности территории (по Гофману);

9 Коэффициент мозаичности территории.

Индексы показали, что территория Вольского района достаточно сильно была преобразована антропогенной деятельности. Вследствие высокой нагрузки на территорию со стороны человека природная составляющая может отреагировать в виде неблагоприятных процессов, в том числе и оползневых, а это наносит ущерб не только физический, но и социально-экономический.

По итогам индексной оценки устойчивости территории Вольского района Саратовской области была составлена сводная таблица 1, по которой была проанализирована территория исследования с точки зрения стабильности.

Исходя из рассмотренных индексов устойчивости территории Вольского района, можно сделать вывод, что территория района неустойчива. Под неустойчивой территорией следует понимать территорию, которая не отличается высокой степенью гибкости и стабильности, то есть любые вмешательства со стороны человека могут вызвать необратимые последствия.

Таким образом, неустойчивая территория оказывается в большей степени подверженной различным изменениям (природным и техногенным), а затем и эти же изменения влияют непосредственно на жизнедеятельность населения.

Таблица 1 – Оценка устойчивости территории Вольского района к внешним воздействиям (составлена автором)

Индекс	**Полученное значение (среднее по району)**	**Степень/ уровень выраженности**	**Оценка устойчивости территории**
Индексы общей устойчивости территории			
Индекс экотонизации	10-20 м/га	средняя	условно устойчива
Коэффициент экологической стабильности ландшафта (КЭСЛ1)	0,5-3,0	нестабильный/ условно стабильный	неустойчива

Продолжение таблицы 1

Коэффициент экологической стабильности ландшафта (КЭСЛ2)	менее 0,33-0,5	нестабильный/ мало стабильный	неустойчива
Индекс экологического влияния лесополос на окружающие угодья	250-2000 м	средняя	условно устойчива
Индексы, оказывающие влияние на оползневую ситуацию территории			
Индекс эрозионной расчленённости территории	0,2-2,5	средняя/ сильная	неустойчива
Степень распаханности территории	41-более 60%	средняя/ сильная	неустойчива
Процент защищённости пашни защитными лесными насаждениями	менее 15%	очень слабая	неустойчива
Индексы, посвященные изучению антропогенного влияния на территорию			
Индекс антропогенной преобразованности (по Гофману)	251-550	умеренная/ средняя	условно устойчива
Коэффициент мозаичности	0,5-1,0	средняя	условно устойчива

После итоговой оценки территории Вольского района для ее дальнейшего использования была разработана система мероприятий, которая помогла бы избежать возможные природные и техногенные изменения, что могут нарушить и без того уязвимую территорию. В процессе разработки мероприятий учитывались слабые места всей территории Вольского района, при этом не оставались без внимания и локальные проблемы тех или иных участков.

По результатам анализа существующих оползней и оползнеопасных участков была составлена таблица, в которой выделены оползневые и оползнеопасные участки с указанием определяющих факторов их возникновения в сопровождении разработанных рекомендаций по борьбе и предотвращению развития оползневых процессов; данные представлены в таблице 2.

Таким образом, лишь придерживаясь правил пользования территорией и следуя рекомендациям по необходимым мероприятиям можно достичь

равновесного состояния территории Вольского района. Равновесное состояние территории есть рациональное природопользование.

Таблица 2 – Результаты оценки территории Вольского района

Оползни/ оползнеопасный участок	**Преобладающие факторы возникновения оползневой опасности**	**Меры по борьбе и предотвращению**
Существующие оползни		
Оползневой участок «Городской», находящийся в юго-восточной части города Вольска, «Гаражный» в районе цементного завода «Коммунар», «Сутягин Ключ», располагающийся в северо-восточной части города Вольск и «Стройизделия» на южной окраине с. Терса, оползневой участок Широкий Буерак, расположенный в 6 км выше по течению от плотины Саратовской ГЭС вдоль с. Широкий Буерак	1. Тяжелосуглинистые породы, 2. Крутизна склонов до 20-21°, 3. Абразионная деятельность Саратовского и Волгоградского водохранилищ, 4. Техногенная нагрузка	1. Устройство дренажных систем для отвода подземных и поверхностных вод, 2. Бурение скважин в области подошвы склона/осушение методом нагнетания горячего воздуха в скважины, 3. Установка сдерживающих винтовых свай в тело оползневого массива, 4. Смолизация грунтов, 5. Цементация грунтов, 6. Укрепление берегов рек и морей, сооружение дамб в качестве берегоукрепительного и струенаправляющего сооружения, 7. Устройство террасовидных площадок в виде берм
Оползни в средней части оврага левого склона долины р. Алай у с. Горячка и на правом склоне долины р. Чернавка	1. Глинистые и суглинистые породы, 2. Техногенная нагрузка	1. Установка железобетонных шпилек/свай для остановки движения оползневого тела, 2. Установка берм и контрбанкетов, 3. Газовая силикатизация грунтов, 4. Замораживание грунтов, которое позволяет создать прочное ограждение из замороженного грунта, 5. Осуществление вырезки оползня и вывоза грунта.

Продолжение таблицы 2

Оползнеопасные участки		
Участки в районе населенного пункта Шиханы и далее в северо-восточном направлении в пределах междуречья рек Терешка и Терса	1. Тяжелосуглинистые почвообразующие породы, 2. Крутизна склонов до 19-20°	1. Устройство берм на склонах крутизной от 20-25°, 2. Запрет на распашку данных склонов, особенно продольной, направленной вниз по склону; 3. Запрет на вырубку древесной растительности; 4. Запрет на всякого рода строительство, прекращение строительных работ, если таковое имелось; 5. Сохранение густой травяной растительности; 6. Отвод поверхностных вод.
Участки правобережья реки Терешка (населенные пункты Покурлей – Черкасское), верхнего и среднего течения реки Ерыкла	1. Суглинистые почвообразующие породы, 2. Крутизна склонов до 17-19°	

Заключение. Выявленное в работе влияние оползневого процесса на территорию Вольского района не иначе как следствие хозяйственной деятельности. Развитие городов, интенсивное строительство, обустройство сельскохозяйственных земель и др. – все это влечет излишнюю нагрузку на грунт, а это уже первая предпосылка к развитию оползневых подвижек.

Нельзя не отметить значимость метода геоинформационного моделирования, который помогает проследить распространение необходимых для изучения показателей и проанализировать по ним территорию. На основе подобных данных и строятся современные инженерно-экологические изыскания.

Геомодели выступают в качестве основы для создания тематических карт. Наглядность и информативность таких карт оправдывает огромную важность применения метода геоинформационного моделирования.

Список использованных источников.

1 Мядзелец, А.В. Геоинформационное моделирование на основе анализа пространственно-временных закономерностей формирования территориальной организации на примере регионов Сибири / А.В. Мядзелец // ИНТЕРКАРТО. ИНТЕРГИС, Т.22, №2. Москва: Издательство Тикунов Владимир Сергеевич, 2016 г. - С. 80-88.

2 Коваленко, А.Н. Системный подход создания интегрированной информационной модели / А.Н. Коваленко // Славянский форум, № 2(6). 2014 г. - С.51-55.

3 Паспорт муниципального района [Электронный ресурс]: Вольский муниципальный район | Официальный сайт. URL: http://вольск.рф/?page_id=680 (дата обращения 30.11.2017). Загл. с экрана. Яз. Рус.

4 Желанов, В.А., Швырева А.В., Лисовой В.А. и др. Схема территориального планирования Вольского муниципального района Саратовской области. Материалы по обоснованию проекта. В 4 т. Т. 1. Общая характеристика района / В.А. Желанов, А.В. Швырева, В.А. Лисовой и др. Издательство ГУПП Институт «Саратовгражданпроект» Саратовской области, 2008 г. – 231 с.

5 Макаров, В.З., Чумаченко, А.Н., Гусев В.А. и др. Саратовское Предволжье. Ландшафтная структура. История освоения. Проблемы природопользования / Под ред. В.З. Макарова. Саратов: Издательство РГО, СГУ, 2014. – 180 с.: ил.

6 Клепикова, А.А., Молочко, А.В. Использование методики оценки оползневой опасности в целях анализа пригодности территории для строительства / А.А. Клепикова, А.В. Молочко // Фундаментальные исследования с применением компьютерных технологий в науке, производстве, социальных и экономических процессах: Материалы 18-ой Национал. молод. науч. - практ. конф., г. Новочеркасск, 17-18 января 2019 г. / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: Лик, 2019. С. 286-291

7 Молочко, А.В., Тарбаев, В.А., Клепикова, А.А. Опыт внедрения элементов цифрового сельского хозяйства в геоинформационную оценку неблагоприятных природных факторов, способных оказать влияние на устойчивость аграрного природопользования / А.В. Молочко [и др.] // Геоинформационные технологии в мониторинге и использовании земельных

ресурсов: коллективная монография / под общ. ред А.И. Чурсина, Н.Н. Солодкова. – Пенза: ПГУАС, 2019. С. 16-24.

8 Клепикова, А.А., Молочко, А.В. Эрозия как индикатор оползневой опасности в целях анализа функционирования сельскохозяйственных угодий на территориях со значительной степенью вертикального расчленения рельефа / А.А. Клепикова, А.В. Молочко // Вавиловские чтения - 2019: Сборник статей межд. науч.-практ. конф., посвященной 132-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. - Саратов: Амирит, 2019. С. 336-342

9 Система нормативных документов в строительстве. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства СП 11-102-97. Москва: 1997 г.

10 Оценка экологической устойчивости агроландшафта [Электронный ресурс]: Vuzlit.ru. URL: https://vuzlit.ru/1575509/otsenka_ekologicheskoy_ustoychivosti_agrolandshafta (дата обращения: 10.04.2020). Загл. с экрана. Яз. Рус.