

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

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

Оценка рисков развития линейных эрозионных процессов на основе
данных дистанционного зондирования Земли (на примере территории
Хвалынского района Саратовской области)

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 246 группы

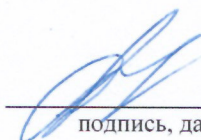
направления 05.04.06 Экология и природопользование

географического факультета

Муженского Дмитрия Александровича

Научный руководитель
старший преподаватель

должность, уч. степень, уч. звание



подпись, дата

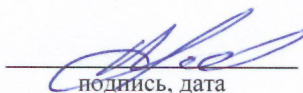
А.В. Федоров

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

к.с.-х.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание



подпись, дата

В.А. Гусев

инициалы, фамилия

Саратов 2020

Введение. Актуальность исследования территориального распределения процессов линейной эрозии представляется особенно важной, из-за негативного влияния на природно-антропогенные системы. Потому необходим планомерный мониторинг развития этого явления. Для этих целей могут использоваться данные полевых съёмок, моделирования рельефа, дистанционного зондирования Земли.

Развитие технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в настоящее время характеризуется значимым расширением использования космоснимков в разных областях, поскольку они являются одними из главных источников для решения разнообразных задач в области государственного управления, мониторинга антропогенных и природных процессов, объектов и явлений, улучшения продуктивности работы в разных отраслях хозяйства страны.

Цель работы – составить методику выявления линейных эрозионных процессов на основе данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий, и дать оценку их степени интенсивности на территории Хвалынского района.

Основные задачи:

- 1) Охарактеризовать экзогенные геоморфологические процессы, в частности флювиальные.
- 2) Определить возможности и опыт использования данных дистанционного зондирования для исследования геоморфологических процессов, в частности линейной эрозии.
- 3) Составить методику выявления процессов линейной эрозии и дать оценку их степени интенсивности на территории Хвалынского района.

Основные положения, выносимые на защиту:

- 1) Данные дистанционного зондирования позволяют с достаточной точностью выявлять и охарактеризовать линейные эрозионные процессы.
- 2) Применение геоинформационных технологий при анализе линейных эрозионных процессов позволяет осуществлять мониторинг и прогнозирование их развития.

Структура и объем работы. Магистерская диссертация состоит из введения, трёх разделов, заключения и списка использованных источников. В ней содержится 15 рисунков, 1 таблица и 7 приложений.

Основными источниками для написания выпускной работы послужили литературные источники, периодические издания, электронные ресурсы, геопортал USGS EarthExplorer. Также в работе использовалось лицензионное программное обеспечение, предоставленное учебной лабораторией геоинформатики и тематического картографирования.

Основное содержание работы

1 Процессы рельефообразования

В первом разделе рассмотрены основные экзогенные процессы рельефообразования, также сделан акцент на флювиальные процессы, оказывающие непосредственное влияние на образование линейных эрозионных форм рельефа.

На поверхность нашей планеты постоянно воздействуют разнообразные силы. Учёные их подразделяют на внешние (экзогенные) и внутренние (эндогенные). При этом основные черты рельефа создают внутренние процессы, а внешние стремятся их выровнять.

К экзогенным процессам, характеризующим образование разнообразных форм рельефа, относят следующие основные агенты: выветривание, движение текучих вод и ледников, океанических и морских течений, работу ветра, мерзлоты, деятельность человека и других живых организмов и прочие.

Основная работа агентов связана с разрушением форм рельефа, переносе продуктов разрушения, последующей аккумуляцией и созданием новых форм. В результате под действием внешних сил совершается постоянное разрушение вещества, перенос и аккумуляция с созданием новых форм рельефа.

Поверхностные текущие воды – один из важнейших факторов преобразования рельефа Земли. Совокупность геоморфологических процессов, осуществляемых текучими водами, получила наименование флювиальных. Водотоки производят разрушительную работу – эрозию, перенос материала и

его аккумуляцию и создают выработанные (эрозионные) и аккумулятивные формы рельефа. Оба действия тесно связаны друг с другом, так как материал унесённый водой из одного места, откладывается где-либо в другом [1, 2].

Проявлением флювиальных процессов является линейная эрозия, т.е. размыв горных пород и почв водой, текущей по устойчивым руслам. Под её воздействием формируются эрозионные формы рельефа, а именно: борозды, промоины, овраги, балки, речные долины, которые зачастую образуют сложно-разветвлённые системы тальвегов и водоразделов.

2 Использование данных дистанционного зондирования в геоморфологии

Во втором разделе дана общая характеристика данных дистанционного зондирования, определены их возможности и опыт использования для исследования геоморфологических процессов.

Существует множество определений данных дистанционного зондирования (ДДЗ), согласно Ю.Б. Баранову и А.М. Берлянту, ДДЗ определяются как данные о поверхности Земли, объектах, расположенных на ней или в ее недрах, полученные в процессе съёмок любыми неконтактными, т.е. дистанционными методами [3].

По сложившейся традиции, к данным ДЗ относят данные, полученные с помощью съёмочной аппаратуры наземного, воздушного или космического базирования [3].

Широкое распространение космических снимков обусловлено тем, что космическая съёмка охватывает как большие, так и малые и труднодоступные области Земли, производится регулярно и позволяет получать материалы в цифровом виде, что облегчает обработку, анализ материалов ДЗ и быстрое получение результатов.

В настоящее время географы располагают чрезвычайно разнообразными видами космической информации, пригодной для исследований как физико-, так и экономико-географических явлений. В основном это космические снимки в разных диапазонах спектра электромагнитных волн, используемых в

современных дистанционных методах – видимом и ближнем инфракрасном, тепловом инфракрасном и радиодиапазоне (микроволновом и ультракоротковолновом). Космические снимки земной поверхности являются моделями местности, отражающими реальную географическую ситуацию на момент съемки.

Применение аэро- и космоснимков в геоморфологических исследованиях огромно: выделение участков развития различных генетических типов рельефа, эолового, карстово-суффозионного, термокарстового, вулканического и др.; изучение рельефа берегов; изучение степени расчлененности территории, подсчет густоты эрозионных форм; выделение тектонических линейных элементов, индуцирующих зоны нарушения земной коры, и изучение связи зоны разрывных нарушений с современным рельефом; изучение четвертичных отложений и их стратификация; изучение областей современного вулканизма, повышенной термальной активности; геоморфологическое картографирование и составление морфометрических карт рельефа. В геоморфологии эффективно применение космических методов при проведении морфоструктурного и морфоскульптурного анализа и картографирования рельефа [4].

3 Методика комплексной оценки рисков развития линейных эрозионных процессов на основе данных ДЗЗ

В третьем разделе кратко описана физико-географическая характеристика Хвалынского района как объекта исследования, также описана методика выявления природных предпосылок развития экзогенных процессов, на основе которой составлена методика выявления линейных эрозионных процессов и проведения классификации по степени опасности.

Хвалынский район образован в 1928 году путем отделения от Вольского района в самостоятельную административную единицу с центром в г. Хвалынске. Он является северной окраиной Саратовской области. По нему проходит административно-географическая граница Среднего и Нижнего Поволжья. В 1994 г в Хвалынском районе был организован национальный парк

«Хвалынский», он является особо охраняемой природной территорией федерального значения.

Хвалынский район расположен на возвышенной правобережной части области в так называемом Хвалынском Приволжье, одном из живописнейших мест Приволжской возвышенности. Здесь, в Хвалынских горах, выходящих к долине Волги, находится самая высокая отметка рельефа Саратовской области – гора Беленькая высотой 370 м. Рельеф в районе холмисто-грядовый, ступенчатый. Хвалынские горы сложены мел-мергельными и кремнистыми породами с крутым восточным и пологим западным склонами. Склоны расчленены глубокими балками и оврагами. На восточном склоне встречаются котловины древнекарстового происхождения, оползни. В районе широко распространены такие геоморфологические экзогенные процессы как флювиальные, карстовые, склоновые (оползни, обвалы), выветривание.

Точная и актуальная информация о рельефе местности, получаемая из различных источников, считается важным компонентом анализа морфометрических характеристик территории. Результаты анализа можно использовать для фундаментальных исследований и решении различных прикладных задач, например, при строительстве инженерных сооружений, обеспечении защиты земель от эрозии и неблагоприятных явлений, ландшафтных изысканиях. Для этих целей могут быть использованы данные дистанционного зондирования, топографические съёмки местности, топографические карты, гипсо- и барометрические карты и др.

В Саратовской области Хвалынский район характеризуется одними из наибольших перепадов высот в регионе. Здесь они могут достигать нескольких сотен метров, а плоские участки сочетаются с долинами рек, невысокими меловыми горами, также процессы линейной эрозии в этом районе преобладают над другими геоморфологическими явлениями абразией водохранилищ, гравитационными процессами, выветриванием.

Разработка методики комплексной оценки рисков развития линейных эрозионных процессов на основе данных дистанционного зондирования Земли

на территорию Хвалынского района Саратовской области опиралась на работы Гайворонской Н. И.

Сущность методики, апробированной Гайворонской Н. И. на территорию Белгородской области, заключается в получении картометрических и морфометрических показателей рельефа, как основы для выявления природных предпосылок развития экзогенных процессов, в результате была разработана серия морфометрических карт, позволившая получить количественные показатели, характеризующие рельеф исследуемой территории [5].

Составленная серия морфометрических карт позволила Гайворонской Н. И. оценить природные предпосылки развития и распространения экзогенных рельефообразующих процессов на территории Белгородской области на основе визуального сопоставления количественных и качественных характеристик территории и экспертной оценки.

При составлении методики анализа рельефа Хвалынского района за основу была использована работа Гайворонской Н. И., дополненная расчётом интегрального показателя и использованием ЦМР как базовой поверхности. Данная методика выявления процессов линейной эрозии также связана с созданием карт морфометрических показателей рельефа: горизонтальное и вертикальное расчленение, углы наклона поверхности. Однако создание морфометрических карт основано на цифровой модели рельефа местности, полученной с использованием современных дистанционных методов исследования поверхности Земли.

В качестве метода исследования выбран метод геоинформационного картографирования. Исходными материалами послужили данные радарной съёмки SRTM 1 arc-second global [6], и векторные слои картографической основы – данные OSM [7]. Для обработки данных, их анализа и визуализации исследований использовалось программное обеспечение ARCGIS 10.2 (модуль Spatial Analyst), QGIS 2.18 (модуль «Морфометрический анализ»), Global Mapper 18, MapInfo 12.5.

Выполненные работы по методике включают в себя три этапа:

- 1) Предварительный этап связанный с подготовкой материалов.
- 2) Этап построения моделей морфометрических характеристик рельефа и приведение их в бальный вид.
- 3) Создание синтетической карты эрозионно-опасных участков и анализ их пространственного распределения.

На основании составленной синтетической карты степени эрозионной опасности было выявлено, что наименьшей эрозионной опасностью характеризуются участки в поймах рек с хорошо сформированной поймой и на плакорных пространствах в южной и юго-западной частях района. Наибольшие значения показателя наблюдаются на возвышенной территории около Саратовского водохранилища и в расчлененной центральной части.

Также в ходе работы было выявлено, что существенным недостатком является точность исходных данных для исследования на уровне муниципального района. В частности, использовалась общедоступная модель SRTM 1 ArcSecond Global [8]. Пространственное разрешение данной ЦМР позволяет отображать овраги и балки, крупные промоины, но более мелкие эрозионные формы не будут представлены.

Для идентификации более мелких эрозионных элементов в работе предлагается уточнить модель рельефа, полученную на основе SRTM 1, материалами, взятыми с топографической карты масштаба 1:25000 (изогипсы и отметки высот) и результатами геоморфологического дешифрирования космоснимков высокого разрешения.

Необходимо также понимать, что вертикальное расчленение и углы наклона при уточнении цифровой модели рельефа изменятся незначительно, т.к. эти параметры определяются, в первую очередь, крупными формами рельефа, высоты которых достаточно точно отображены на базовой SRTM. Напротив, горизонтальное расчленение будет серьезно отличаться, т.к. определяется детальностью отображения всех эрозионных форм, в т.ч. небольших. Поэтому необходимо построить именно эту модель. Анализируя сходства и различия

моделей горизонтального расчленения, можно выявить участки высокой эрозионной опасности на территории Хвалынского района.

Продолженная работа по методике также состоит из трёх этапов:

1) Подготовка материалов.

2) Создание уточнённой цифровой модели рельефа и модели горизонтального расчленения.

3) Анализ результатов.

Сравнительный анализ моделей распределения высот и густоты эрозионной сети позволяет сделать следующие выводы.

1. SRTM 1 дает возможность определить средние и крупные формы линейной эрозии, что достаточно для исследований на региональном уровне. Уточнение модели необходимо на локальном уровне и на участках, на которых развиваются опасные эрозионные процессы.

2. Основные различия между SRTM 1 и уточненной моделью наблюдаются в верховьях склонов. Лучше идентифицируются тальвеги более низких порядков.

3. Более точная идентификация эрозионной сети важна не только с точки зрения изучения рельефа. Немаловажным является и изучение бассейнов стока. Достоверное определение тальвегов низкого порядка позволяет определять важные гидрологические показатели, связывать выпадение осадков и водность рек, выявлять источники загрязнения воды, анализировать свойства аквальных геосистем [9, 10].

4. Сравнивая две модели горизонтального расчленения территории Хвалынского района можно проследить серьезную разницу в детализации значений данного показателя. Особенно сильным является отличие в южной части района (бассейн р. Терешка) и в меловых горах около Саратовского водохранилища.

Заключение. Поверхностные текущие воды – один из важнейших факторов преобразования рельефа Земли. Совокупность процессов, осуществляемых текущими водами, получила наименование флювиальных.

Именно эти процессы наиболее сильно оказывают влияние на формирование линейных эрозионных форм рельефа.

Широкое использование данных дистанционного зондирования обеспечивается их удобством использования, полнотой информации и оперативным получением, что достаточно важно при решении задач в современном мире.

Разработка методики комплексной оценки рисков развития линейных эрозионных процессов на основе данных ДЗЗ опиралась на работы Гайворонской Н. И., сущность которых заключается в получении картометрических и морфометрических показателей рельефа Белгородской области по серии морфометрических карт, как основы для выявления природных предпосылок развития экзогенных геоморфологических процессов.

Разработанная методика выявления процессов линейной эрозии основана на построении цифровой модели рельефа территории, в качестве метода исследования выбран метод геоинформационного картографирования.

ЦМР по данным SRTM 1 дает возможность определить средние и крупные формы линейной эрозии, что достаточно для исследований на региональном уровне. Уточнение модели необходимо на локальном уровне и на участках, на которых развиваются опасные эрозионные процессы. Основные различия между SRTM 1 и уточненной моделью наблюдаются в верховьях склонов. Лучше идентифицируются тальвеги более низких порядков.

Сравнивая две модели горизонтального расчленения, полученные на основе данных SRTM 1 и уточнённой ЦМР, территории Хвалынского района можно проследить серьезную разницу в детализации значений данного показателя. Особенно сильным является отличие в южной части района (бассейн р. Терешка) и в меловых горах около Саратовского водохранилища.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОНИКОВ

1 Рычагов, Г. И. Геоморфология : учебник для академического бакалавриата / Г. И. Рычагов. – 4-е изд. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 396 с.

2 Щукин И.С. Общая геоморфология [Текст] : [Учеб. пособие для ун-тов]. – Т.1. – [2-е изд.]. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1960. – 615 с.

3 Баранов, Ю. Б., Берлянт, А. М. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов. / Ю. Б. Баранов, А. М. Берлянт, Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, Б. Б. Сералинас, Ю. А. Филиппов. – М. : ГИС-Ассоциация, 1999. – 204 с.

4 Дьяконов, К. Н. Современные методы географических исследований : Кн. для учителя / К. Н. Дьяконов, Н. С. Касимов, В. С. Тикунов. – М. : Просвещение : АО "Учеб. лит.", 1996. – 205 с.

5 Гайворонская, Н. И. Картометрические и морфометрические показатели как основа для выявления природных предпосылок развития экзогенных геоморфологических процессов на территории Белгородской области [Текст] / Н. И. Гайворонская. Современные проблемы науки и образования. – Пенза : Издательский Дом "Академия Естествознания", 2013. – № 6. – С. 206-213.

6 SRTM 1 arc-second global [Электронный ресурс]: USGS Earth Explorer. – URL: <https://earthexplorer.usgs.gov> (дата обращения 14.02.2020). – Загл. с экрана. – Яз. англ.

7 OSM на Саратовскую область [Электронный ресурс]: NextGIS Data. – URL: <https://data.nextgis.com/ru/> (дата обращения 14.02.2020). – Загл. с экрана. – Яз. рус.

8 Федоров, А. В. Исследование линейной эрозии с помощью цифрового моделирования рельефа (на примере территории Хвалынского района Саратовской области) / А. В. Федоров, П. А. Шлапак, Д. А. Муженский // 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. 291-296.

9 Чумаченко, А. Н. Геоэкологическая оценка качества поверхностных вод бассейна реки Чардым Саратовской области / А. Н. Чумаченко, В. А. Гусев, В. А. Данилов, В. З. Макаров, В. А. Затонский, Н. В. Пичугина, А. В. Федоров, П. А. Шлапак // Изв. Саратов. ун-та Нов. сер. Сер. Науки о Земле. – 2016. – №2. – С. 93-97.

10 Проказов, М. Ю., Шлапак, П. А. Использование ГИС-технологий в картографировании геосистемных и геоэкологических характеристик Волжской островной поймы в районе г. Саратова / М. Ю Проказов, П. А. Шлапак // Геоинформационное картографирование в регионах России. Материалы X Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2018. – С. 137-141.

