

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

**Анализ инженерно-геоморфологической нагрузки на территорию города
Саратова**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 421 группы

направления 05.03.02 География

географического факультета

Лапина Никиты Константиновича

Научный руководитель

ст.преподаватель

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

В.А. Морозова

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

к. с-х н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

В.А. Гусев

инициалы, фамилия

Саратов 2023

Введение. Данная работа актуальна, поскольку развитие города непосредственно связано со строительством новых зданий и сооружений, которое не обходится без предварительного планирования и оценки территории. Одним из видов подобной оценки является инженерно-геоморфологическая, основа которой заключается в оценке инженерно-геоморфологических условий рельефа для строительных нужд с опорой на комплекс знаний и опыта геоморфологии и смежных дисциплин.

Саратов является одним из крупнейших городов России. Совокупность его географического положения, тектонико-геологического и геоморфологического строения, обусловило разнообразие форм рельефа и протекающих рельефообразующих процессов.

Объектом данного исследования является территория города Саратова.

Предметом данного исследования является инженерно-геоморфологические условия территории города Саратова, которые определяются различными факторами.

Целью данной работы является оценка инженерно-геоморфологической нагрузки на территорию города Саратова.

Для достижения цели работы, решаются следующие задачи:

- 1) изучение методики инженерно-геоморфологических исследований;
- 2) анализ физико-географических условий территории города Саратова;
- 3) анализ инженерно-геоморфологической нагрузки на территории города Саратова и визуализация полученных данных в качестве карт.

В основу базы источников легли учебники и методические пособия по инженерной геоморфологии и инженерной геологии, научные статьи и диссертации, связанные с инженерной геоморфологией, различные тематические карты Саратовской области и города Саратова, а также справочные источники сети «Интернет».

Основное содержание работы.

1 Характеристика физико-географических условий территории города Саратова

Первый раздел включает в себя определение понятия, подходы в анализе инженерно-геоморфологических условий

Инженерно-геоморфологический анализ является важным этапом в проектировании и строительстве инфраструктуры. Он включает в себя изучение природных условий и геологической структуры местности, анализ ее рельефа, геометрических характеристик и тектонической структуры.

Инженерная геоморфология - исследование и оценка протекающих на земной поверхности процессов рельефообразования и форм рельефа с точки зрения поисков оптимального варианта размещения инженерно-строительных сооружений, обеспечения их рациональной и эффективной эксплуатации и защиты от разрушительных природных процессов

Основные понятия в анализе инженерно-геоморфологических условий включают [1]:

Геологическая структура – это характеристика геологических формаций, включая их тип, возраст, глубину и структуру.

Рельеф – это форма земной поверхности, включая высоты, углы наклона, склоны и устойчивость склонов.

Геометрические характеристики – это характеристики местности, такие как ширина, высота, угол наклона, глубина и длина, которые могут влиять на проектирование и строительство инфраструктуры.

Тектоническая структура – это характеристика геологических разломов, складок, переломов и других формаций, которые могут влиять на рельеф и геологические процессы.

Подходы к анализу инженерно-геоморфологических условий могут включать в себя [1]:

1. Геоморфологический анализ – изучение формы земной поверхности и ее свойств, таких как высота, склон, и т.д.
2. Геологический анализ – изучение геологических формаций, их типа и возраста.

3. Геотехнический анализ – изучение физических свойств грунтов и пород, а также их поведения при нагрузке.

4. Инженерно-геологический анализ – изучение геологической структуры и свойств местности с точки зрения возможности строительства объектов инфраструктуры.

5. Тектонический анализ – изучение геологических разломов, складок, переломов и других формаций, которые могут влиять на рельеф и геологические процессы.

6. Гидрогеологический анализ - изучение свойств и характеристик подземных вод, их распределения, потока и качества воды.

Для города Саратова можно выделить следующие факторы, которые важны при анализе инженерно-геоморфологических условий [2]:

1. Геологические и геоморфологические условия – наличие в городе различных типов грунтов, в том числе рыхлых и водонасыщенных, а также наличие реки Волги, которая является важным гидрологическим объектом.

2. Гидрологические условия – в связи с наличием реки Волги важно изучение особенностей ее режима и связанных с ним проблем, таких как наводнения.

3. Климатические условия – изучение климатических характеристик города, включая температуру, осадки, скорость ветра и др.

4. Экологические условия – наличие различных природно-заповедных территорий и парков, а также изучение состояния атмосферного воздуха и водных объектов.

5. Техногенные условия – наличие различных промышленных объектов и дорожной инфраструктуры, а также сетей коммуникаций.

6. Сейсмические условия – Саратов расположен на территории, где возможны землетрясения, поэтому изучение сейсмических условий важно при проектировании инженерных сооружений.

Изучение данных факторов позволит получить более полное представление об инженерно-геоморфологических условиях Саратова и принимать

обоснованные решения в проектировании и строительстве инженерных объектов [1].

Характеристика города Саратова.

Орография. Рельеф является главным предметом изучения во всех геоморфологических исследованиях, в том числе и в инженерно-геоморфологических. Характеристика рельефа является важнейшим индикатором проявления эндогенных и экзогенных процессов и их взаимосвязи.

Общая площадь города с учетом перспектив развития составляет 384 кв. км, из них площадь городской застройки 106 кв. км. При этом основная часть городской застройки сконцентрирована в Приволжской котловине, ее длина составляет 21 км, а ширина от 3.5 до 8-10 км.

Рельеф территории города отличается значительным перепадом высот до 250м. Западная часть города окружена Лысогорским массивом, который объединяет Лысую и Алтынную горы, и Кумысную поляну (с абсолютными отметками высот до 298.1 м). К юго-востоку и северу Лысогорский массив обрывается крутым уступом, осложненным «ущельями» и оврагами. В восточной части города расположен другой массив-Соколовогорский(с абсолютными отметками высот до 170м). Данный массив обрывается крутым уступом в сторону Волги и Глебучева оврага. Южная часть города замыкается Увекским поднятием [3].

Климат.

Климатический пояс умеренный, подтип умеренно-континентальный. Территория Саратова расположена на границе двух природных зон степной и лесостепной. Среднегодовое количество осадков составляет около 476мм, в течении года выпадают достаточно равномерно, однако норма выпадения осадков несколько больше в летний период, при этом в данный период выпадение осадков не редко носит ливневых характер. При этом стоит отметить, что коэффициент увлажнения в Саратове ниже единицы и составляет около 0.6, поскольку значение суммы годового количества осадков ниже значения возможной испаряемости(750-800мм в год), а это значит, что на территории города выражены

аридные процессы рельефообразования. Средняя температура самого холодного месяца(февраля) -8.1 С, самого теплого(июля) 22.4 С, таким образом среднегодовая амплитуда температур несколько превышает 30 С, а значение среднегодовой температуры составляет 6.9 С.

Тектоника и геология.

Территория города Саратова расположена в юго-восточной части Русской плиты, на юго-западе Волго-Уральской антеклизы, в южной части Присаратовского мегавала. Присаратовский мегавал - крупная новейшая структурная форма первого порядка, расположен на пересечении до живецкого Рязано-Саратовского прогиба и мезозойской Ульяновско-Саратовской синеклизы. В пределах Присаратовского мегавала расположены два поднятия: Елшано-Курдюмское, Соколовогорское.

С геоморфологических позиций в пределах территории города выделяются 2 генетических типа равнин: денудационная равнина олигоценного возраста и денудационная равнина ранне-плейстоценового возраста, в пределах, которых выделяются районы - Лысогорское плато, Приволжская котловина и Елшанско-Гусельская равнина. В районе Лысогорского плато абсолютные отметки высот изменяются от 220 до 280м, в Приволжской котловине от 15 до 240м, а на территории Елшано-Гусельской равнины от 15 до 180м [4,5].

Поверхностные и грунтовые воды.

Гидрографическая сеть городской территории представлена реками: Елшанка, Курдюм, Гуселки 1 и 2 Гуселки, Черниха, Петровка, а также ручьями: Белоглинский, Маханный, Глебучев, Сеча, Хмелевский, Токмаковский, Залетаев и др. Все основные водотоки берут начало с родников и впадают в Волгоградское водохранилище.

Кроме водотоков на территории города имеется большое количество прудов. Вода из них используется для полива садов и огородов, для водопоя скота. В Заводском районе имеется множество отстойников, используемых для очистки сточных вод. Располагаются они в основном вдоль рек Черниха и Березина, оврагов Залетаевский и Токмаковский. Заполнены отстойники

сточными водами, с пленкой нефти (принадлежат заводам Нитрон, НПЗ и городским очистным сооружениям).

Уровень залегания грунтовых вод и их агрессивность по отношению к фундаментам зданий и сооружений оказывает значительное влияние на инженерно-геоморфологические условия территории. Это связано с тем, что агрессивные грунтовые воды размывают фундамент зданий, тем самым подвергая здания опасности деформации и разрушения [4].

Все рассмотренные факторы такие как орографические, климатические, тектонические и геолого-геоморфологические, поверхностные и грунтовые воды, могут быть учтены для общей оценки территории на предмет инженерно-геоморфологической устойчивости территории. Существует несколько методических подходов, все они рассмотрены подробно далее во втором разделе.

2 Подходы и методы инженерной геоморфологии для оценки рельефа территории

Оценке рельефа.

Геоморфология - это наука, которая изучает формы земной поверхности и процессы, которые их формируют и изменяют. Эта наука также исследует взаимодействие между природными процессами и людьми, которые используют землю в своих целях.

Основными задачами геоморфологии являются изучение процессов и форм земной поверхности, а также описание и классификация этих форм.

Геоморфология также изучает влияние человеческой деятельности на земную поверхность и возможные последствия такого воздействия.

В оценке рельефа для целей строительства и других смежных категорий, в инженерной геоморфологии существуют 2 подхода [6]:

- функционально-технологический (нормативный);
- индикационный.

В целях стандартизации и систематизации оценки рельефа, Ю.Г.Симоновым и В.И. Кружалиным, был предложен подход при котором, учитывались особенности рельефа (возраст, происхождение, морфометрия), но с точки зрения

необходимых затрат ресурсов и труда для приведение его в готовое, для конкретного инженерного сооружения, состояние, а также затрат необходимых для содержания инженерного сооружения. В качестве иллюстрации данного подхода, исследователи приводят несколько примеров.

Главными предметами геоморфологической индикации выступают:

- 1) свойства горных пород различного состава и происхождения;
- 2) структурно-тектонические особенности территории;
- 3) ареалы активно действующих экзогенных процессов.

Картографическое обеспечение.

Картография - наука о создании карт, изучающая методы и принципы создания, использования и интерпретации картографической информации. Она объединяет знания из различных областей, таких как география, геодезия, геология, гидрология, аэрофотосъемка и другие [7].

Карты играют важную роль в инженерно-геоморфологических исследованиях. Они предоставляют информацию о географическом положении объектов, их форме и размере, а также об особенностях рельефа.

Инженерно-геоморфологическая карта - это карта узкого назначения, которая служит инженерным целям в различных областях народного хозяйства, несет специальную, необходимую, для той или иной отрасли нагрузку, отражает динамику рельефа, его качественные и количественные особенности и элементы прогноза развития. Данные карты подразделяются на два типа [8]:

- 1) средние и крупномасштабные (1:200000 - 1:50000) для целей общей инженерной геоморфологии (карты районирования);
- 2) целевые крупномасштабные карты для частной геоморфологии (1:50000 и крупнее).

3 Инженерно-геоморфологическое исследование территории города Саратова.

Описание условий и критерии.

В рамках данной работы, продемонстрирована возможность использования одного из приемов оценки рельефа, который используется при проведении

различных геоморфологических исследований. Сущность приема заключается в расчете условного коэффициента.

Данный прием подробно описан в работе В.И.Анисимова и Ю.В.Заседателя [9], в рамках оценки геодинамической активности территории. В данной работе авторы опирались на ряд морфометрических показателей рельефа территории, вычисляли коэффициент геодинамической активности, формула (1), выглядящая следующим образом.

$$K=x/n, \quad (1)$$

где K- это показатель характеризующий инженерно-геоморфологические условия;

x - это совокупность набранных баллов, по выбранным условиям;

n - это максимально возможное количество баллов.

Набор тематических карт связан с инженерно-геоморфологическим обоснованием выбора соответствующих процессов и условий, оказывающих значительное влияние на инженерно-геоморфологическую обстановку территории города. Обоснование выбора ключевых условий и процессов, связано со следующими понятиями:

- 1) инженерно-геоморфологическая устойчивость рельефа;
- 2) целесообразность проведения инженерных мероприятий с экономических позиций.

На устойчивость рельефа оказывает влияние целый ряд факторов, но в рамках данного исследования, предложено опираться на следующие факторы:

- 1) проявление оползневых процессов;
- 2) уровень залегания грунтовых вод;
- 3) углы наклона поверхности;
- 4) вертикальное расчленение;
- 5) удельный вес зданий.

Кроме этого данные факторы и процессы, регламентируются нормами и требованиями к рельефу, прежде всего это СНиП 22-01-95 Геофизика опасных

природных воздействий и СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства [10,11].

Таблица 3.1 - Критерии балльной оценки

Условия	Показатель	Баллы
Углы наклона(в градусах)	<1	1
	1-3	2
	3-5	3
	5-10	4
	>10	5
Уровень залегания грунтовых вод (м)	>10	1
	5-10	2
	3-5	3
	2-3	4
	<2	5
Проявления оползневых процессов	Не встречаются	0
	Оползневые процессы	3
	Активные оползневые процессы	5
Вертикальное расчленение	Не опасные	1
	Относительно опасные	3
	Опасные	5
Удельный вес зданий Т/м ²	<5	1
	5-10	2
	10-20	3
	20-30	4
	>30	5

В зависимости от показателя коэффициента К, на территории города Саратова были выделены следующие районы:

- 1) благоприятные, $K < 0.40$
- 2) умеренно благоприятные, $K = 0.40 — 0.7$
- 3) неблагоприятные, $K > 0.7$

Составление и анализ карты.

Процесс создания карты инженерно-геоморфологической оценки территории, можно разделить на 5 этапов:

- 1) сбор и анализ исходных данных
- 2) внесение данных и их корректировка с использованием программного продукта MapInfo Professional 12.5
- 3) анализ полученных данных
- 4) балльная оценка территории на основе полученных данных с использованием ГИС – технологий
- 5) оформление картографических материалов и выводы

Первый этап выполняется без использования ГИС-программ. На втором этапе производилась оцифровка имеющихся карт с использованием программного продукта MapInfo Professional 12.5 для дальнейшего анализа, проводилась интерполяция с помощью дополнительного модуля Vertical Mapper для карты вертикального расчленения и перевод карты из растрового снимка в векторный снимок. Третий этап заключается в анализе графических материалов исследуемых факторов и процессов, была создана сетка квадратов размерностью 350м. Четвёртый этап в ранее созданной сетке были присвоены баллы исследуемых факторов и процессов, характеризующие их проявление в каждой ячейке наложенных на карту территории города Саратова. Далее происходил расчет степени проявления изучаемых условий, по формуле (1). Подробное описание этой формулы представлено ранее. После чего проводилась итоговое оформление карты.

В результате работы была получена карта оценки инженерно-геоморфологических условий территории города Саратова. Проанализировав итоговую карту можно сделать следующие выводы:

- районы, не рекомендованные под застройку, в первую очередь связаны с проявлением на своей территории оползневых процессов. К данному району относится значительная часть территории Увека, а также часть поселка Затон;

- район с умеренными условиями для строительства занимают значительную площадь территории города, его можно приурочить к склонам двух крупных поднятий на территории города: Соколовогорского и Лысогорского, а также береговой линии Волгоградского водохранилища;

- территории с благоприятными инженерно-геоморфологическими условиями, представлены водораздельными пространствами Лысогорского поднятия, а также северной и северо-западной территорией города.

Заключение.

Инженерно-геоморфологическая нагрузка территории оказывает значительное влияние на инженерные сооружения, на всю территорию и рельеф в частности. Учет местности и оценка рельефа являются важными факторами при начале любого строительства и при любой инженерной оценке.

Помощником в определении такого рода оценки является инженерная геоморфология, которая использует опыт и знания географических и геологических дисциплин, на практике.

В ходе данной работы, мы рассмотрели историю становления инженерной геоморфологии, ее связь с другими науками, а также методы и подходы к инженерно-геоморфологической оценки. Были рассмотрены физико-географические условия территории города Саратова. При помощи картометрических и морфометрических приемов и методов была продемонстрирована возможность применения одного из приемов оценки территории, в рамках инженерной геоморфологии. Используя данный прием, мы получили карту оценки инженерно-геоморфологической нагрузки территории города Саратова. На основе полученной карты был проведен анализ территории города Саратова, сточки зрения инженерной геоморфологии. В результате чего на территории города Саратова, были выделены 3 района, наибольшую площадь среди которых занимает район с умеренными инженерно-геоморфологическими условиями.

Список использованных источников.

1 СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства. 2019.

2 Галкин, А.Н. Инженерная геоморфология: учебное пособие / А.Н. Галкин. Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2022. 257 с.

3 Яшков И.А. Естественная и искусственная дренажные сети территории Саратова: современное состояние и соотношение // И.А. Яшков, А.В. Иванов, Г.И. Худяков. Изв. Сарат. ун-т. Новая серия. Серия науки о земле, 2008. 85-91

4 Токарский, О.Г. Инженерно-геологические условия г.Саратова: учебное пособие / О.Г. Токарский, А.О. Токарский Саратов, Изд-во Наука, 2009. 88 с.

5 Ревзов А.Л. Космоиндикационный анализ пространственной локализации экзогенных процессов // А.Л. Ревзов. Изв. ВГО. 1984 Т. 116, вып. 2. С. 134-137

6 Симонов Ю.Г. Инженерная геоморфология / Ю.Г Симонов, В.И Кружалин М.: Изд-во МГУ, 1993. 208 с.

7 Новиков В.И. Основы геодезии и картографии: учеб. пособие/ В.И. Новиков, А.Б. Рассада. Саратов: Саратовс. гос. техн. ун-т, 2007. 84 с.

8 Спиридонов А.И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования / А.И. Спиридонов. М.: Высшая школа, 1970. 458 с.

9 Анисимов В.И. Морфометрический анализ рельефа для целей рекреации (на примере района Красной Поляны) // В.И. Анисимов, Ю.В. Заседателев. Геоморфология. 1993. вып 1. С. 51-57

10 СНиП 22-01-95 Геофизика опасных природных воздействий М.: 1996

11 СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства М: 1996