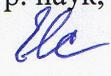


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)
Геолого-географический факультет
Кафедра географии

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГЭК

Руководитель ООП «География»
д-р геогр. наук, профессор

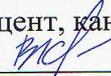


« 11 » 06 2018 г. Н.С. Евсева

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА
ГЕМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ
РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ СЕВЕРНОГО УЧАСТКА КЛАСТЕРА «ОГЛАХТЫ»

по основной образовательной программе подготовки бакалавров
направление подготовки 05.03.02 География

Саар Кристина Николаевна

Руководитель ВКР
доцент, канд. геогр. наук


« 09 » июня 2018 г. В. В. Хромых

Автор работы
студент группы № 02404


К. Н. Саар

Министерство образования и науки Российской Федерации
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (ТГУ)
Геолого-географический факультет
Кафедра географии

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ООП ВО
по направлению подготовки
05.03.02 География
д-р геогр. наук, профессор


Н.С. Евсева
« 04 » 12 2017 г.

ЗАДАНИЕ

по подготовке выпускной квалификационной работы бакалавра

студенту Саар Кристине Николаевне группы 02404
фамилия, имя, отчество

1. Тема выпускной работы Геоморфологическое строение и современные процессы рельефообразования Северного участка кластера "Оглахты"

2. Срок сдачи студентом выполненной выпускной работы:

а) на кафедре 09.06.2018

б) в ГЭК 11.06.2018

3. Исходные данные к работе Целью работы является анализ современной рельефа и процессов рельефообразования северного участка кластера "Оглахты".
цели и задачи исследования,
объекты и методы исследования,

Используются комплексные методы геоморфологического исследования, включая полевые и дистанционные морфометрический анализ на основе цифровой модели рельефа, статистический
методы оценки достоверности результатов

4. Краткое содержание работы основные разделы работы: "природные условия" факторы процессов рельефообразования - апрель 2018; влияние водохранилища на рельефообразование - 20.05.18; методика геоморфологической картографии - 31.05.2018; анализ геоморфологического строения - 05.06.2018
дать перечень основных разделов, сроки их выполнения и ожидаемые результаты

5. Указать предприятие, организацию по заданию которого выполняется работа

НИ ТГУ, каф. географии

6. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных иллюстраций)

УМР: 3D-модель, участки и карты морфометрических показателей (числа, профили, крутизна), фотографии

7. Дата выдачи задания « 04 » 12 2017 г.

Руководитель выпускной работы доцент каф. географии В.В. Хремых

Задание принял к исполнению 04.12.2017 г.
должность, место работы, подпись, инициалы, фамилия

Саар
дата, подпись студента

АННОТАЦИЯ

Данная выпускная квалификационная работа посвящена комплексному анализу рельефа северного участка кластера «Оглахты» государственного природного заповедника «Хакасский». В работе подробно охарактеризованы природные условия изучаемой территории, представлено влияние Красноярского водохранилища на рельефообразующие процессы, описана методика проведения геоморфологического исследования и картографирования, проведен сложный пространственный анализ изучаемой территории. Созданы картографические материалы: карты морфометрических показателей, геоморфологическая карта, карта средних уклонов типов рельефа, а так же построена 3D модель северного участка кластера «Оглахты».

ANNOTATION

This final qualifying work is devoted to the complex analysis of the relief of the north section of the «Oglakhty» cluster of the state nature preserve «Khakassky». In the work the natural conditions of the studied territory are described in detail, the influence of the Krasnoyarsk reservoir on the relief-forming processes is presented, the methodology for conducting geomorphological research and mapping is described, and a complex spatial analysis of the studied territory is carried out. Cartographic materials were created: maps of morphometric indicators, geomorphological map, a map of medium slopes of relief types, as well as a 3D model of the northern section of the Oglakhty cluster.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. Природные условия и факторы процессов рельефообразования.....	6
1.1. Физико-географические условия территории.....	6
1.1.1. Географическое положение.....	6
1.1.2. Геологическое строение и рельеф.....	6
1.1.2.1. Геология участка «Оглахты».....	10
1.1.2.1.1. Стратиграфия.....	10
1.1.2.1.2. Тектоника.....	13
1.1.2.2. Рельеф участка «Оглахты».....	14
1.1.3. Климат.....	15
1.1.4. Поверхностные воды.....	16
1.1.5. Почвы.....	17
1.1.6. Флора и фауна.....	18
1.2. Современные процессы рельефообразования.....	18
2. Влияние водохранилищ на рельефообразование.....	24
2.1. Абразия и ее виды.....	24
2.2. Условия и факторы развития абразия.....	25
2.3. Абразия на Красноярском водохранилище.....	28
2.3.1. Общие сведения.....	30
2.3.2. Современные экзогенные процессы, протекающие по берегам Красноярского водохранилища.....	30
2.3.3. Основные выводы.....	36
2.4. Формы проявления в рельефе.....	37
2.5. Экологические последствия.....	40
3. Методика геоморфологического картографирования.....	42
3.1. Методы полевых исследований.....	42
3.2. Камеральный этап.....	44
3.2.1. Создание карты фактического материала.....	44
3.2.2. Создание нерегулярной триангуляционной сети TIN.....	46
3.2.3. Создание карты экспозиции склонов.....	47
3.2.4. Создание карты форм рельефа.....	48
3.2.5. Создание GRID.....	49
3.2.6. Создание карты крутизны склонов.....	50

3.2.7. Создание карты средних уклонов.....	50
3.2.8. Создание 3D модели.....	51
4. Анализ геоморфологического строения.....	54

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ

Различные виды хозяйственной деятельности человека оказывают влияние на современный рельеф и ландшафты, изменяя их естественную структуру. Поэтому комплексное изучение особо охраняемых природных территорий является одним из приоритетных направлений науки. Кластер «Оглахты» Хакасского государственного природного заповедника является не только памятником природы, но и богат скоплениями нескольких сотен курганов и тысяч наскальных рисунков, а также других видов археологических и исторических памятников (поселений, культовых мест, фортификационных сооружений, каменоломен), что приводит в последнее время к росту посещаемости и антропогенной нагрузки, а это, в свою очередь, требует проведения экологического мониторинга и повышает актуальность изучения современного состояния рельефа и рельефообразующих процессов на данной территории.

Цель: анализ геоморфологического строения и современных процессов рельефообразования северного участка кластера «Оглахты».

В связи с поставленной целью были сформулированы следующие задачи:

- Обзор литературных и картографических источников.
- Проведение полевых экспедиционных исследований.
- Создание ГИС и цифровой модели рельефа.
- Анализ геоморфологического строения методами геоинформационного картографирования с учётом данных дистанционного зондирования и материалов полевых исследований.

Объектом исследования является левый борт долины р. Енисей в районе северного участка кластера «Оглахты».

Предмет исследования – геоморфологическое строение и современные процессы рельефообразования изучаемой территории.

Исследование проводилось с помощью методов комплексного геоморфологического исследования в том числе:

- Методы полевых исследований;
- Методы аэрокосмических исследований;
- Методы сравнительного картографирования;
- Статистические методы;
- Методы геоинформационного картографирования, включая сложный пространственный анализ на основе цифровой модели рельефа.

В процессе написания работы использовались следующие материалы: литературные источники, фондовые материалы, топографические карты масштаба 1:25000, материалы полевых исследований, цифровые картографические данные (горизонталы и высоты), предоставленные сотрудниками кафедры географии, а также космические снимки сверхвысокого разрешения.

Для составления карт были использованы программа-векторизатор Easy Trace и программный комплекс ArcGIS 10.3 (ESRI Inc.).

Основной объем фактического материала был получен автором в процессе прохождения производственной практики в ФГБУ «Государственный заповедник Хакасский» с 13.06.2017 г. по 22.07.2017 г. в составе экспедиционной группы, исследующей кластер «Оглахты».

Структура работы: работа состоит из 4 глав, основной текст изложен на 66 страницах, включает 31 рисунок. Список использованной литературы включает 39 источников.

1. Природные условия и факторы процессов рельефообразования

1.1. Физико-географические условия территории

1.1.1. Географическое положение

Изучаемый участок занимает территорию, расположенную вдоль левого берега Красноярского водохранилища в Богградском районе республики Хакасия. Площадь участка «Оглахты-1» (далее Оглахты) составляет 759 га. Орографически данный участок соответствует Минусинской межгорной котловине, а точнее составляет часть Южно-Минусинской межгорной впадины.

Минусинская котловина - древний межгорных прогиб, располагающийся преимущественно на территории республики Хакасия. Только на севере, выходя за пределы Хакасии впадина граничит с Чулымской равниной в Красноярском крае. Граница проходит вдоль северного склона хр. Арга. Восточная граница между межгорной впадиной и Восточным Саяном, выражена нечетко. Частично она имеет тектоническую природу и отражается в рельефе, а местами горы, понижаясь, постепенно переходят во впадину. На юге впадина отделена от гор Западного Саяна почти прямолинейным тектоническим уступом высотой более 250 м, вытянутым в восток - северо-восточном, почти субширотном направлении от верховьев Абакана до верховьев Казара. Западная часть впадины граничит с Кузнецким Алатау (см. прил. 1-2). Она отделена от этого горного сооружения кулисообразными разломами, выраженными в рельефе в виде уступов небольшой высоты (50-70 м).[1]

Минусинская межгорная впадина занимает площадь около 60 тыс. км². Протяженность межгорной впадины с севера на юг около 400 км, с запада на восток - 100-150 км. Наименьшая абсолютная отметка впадины 138 м (урез воды у р.Кия), наивысшая - 1372 м (гора Бюя - в 25 км южнее с. Туим). В среднем абсолютная высота изменяется от 350 до 500 м в котловинных районах впадины и от 700 до 1000 м в низкосортных районах.[1]

1.1.2. Геологическое строение и рельеф

В пределы обширной межгорной депрессии - Минусинской котловины вдаются многочисленные горные отроги и разделяют ее на несколько котловин. Речная сеть мало считается с современной орографией. Пониженные участки Минусинской котловины обладают равнинным рельефом. На широких террасах Енисея имеются участки с эоловым рельефом. В области выделено 3 геоморфологических района (см. таб. 1). [2]

Таблица 1 - Геоморфологическое районирование Минусинской котловины [2]

Область	Район	Преобладающие типы рельефа	Абсолютные высоты, м	Относительные высоты, м	Максимальные высоты, м
Минусинская	Минусинский	Равнинный, денудационный и аккумулятивный	350-450	70-120	703
	Батеневский	Мелкогорный эрозионный	600-700	150-200	1141
	Чулымский	плоская денудационная равнина	200-250	30-600	402

Дно котловины сложено девонскими и пермскими отложениями. Пермские отложения содержат многочисленные пласты угля. Массивы и гряды, поднимающиеся среди котловины, сложены магматическими и сильно метаморфизованными горными породами, относящиеся по возрасту к нижнему палеозою. Они смяты в крутые складки и разорваны сбросами. Девонские и более молодые отложения так же несколько дислоцированы, особенно в периферических частях котловины.

Минусинская котловина обладает равнинным, но сильно пересечённым рельефом. Массивы и гряды, вдающиеся в ее пределы имеют большей частью низкогорный эрозионный рельеф. Довольно значительные участки обладают аккумулятивным рельефом. Они располагаются у подножий окаймляющих горных хребтов, в частности вдоль Северного Уступа Западных Саян.

Малые и средние реки разбросали свои долины, приспособляясь к литологии коренных пород. Направление многих долин совпадает с простираем выходов податливых по отношению к размыву аргиллитов, мергелей и сланцев. Это по существу долины ассиметричные в поперечном профиле. Склоны, поверхность которых совпадает с поверхностью плотных бронирующих слоев песчаников, пологи, противоположные - круты, нередко обрывисты. Днища долин довольно широки: кроме поймы, наблюдается 1-2 надпойменные террасы. Долины или участки долин рек, текущих в крест простираем

горных пород, симметричны, наблюдается сужение и расширение участков в зависимости от прочности горных пород, слагающих их борта и дно. Во многих местах хорошо отпрепарированы антиклинальные и синклинальные структуры.

Асимметрия, обусловленная геологической структурой, усложняется неравномерным развитием склонов, по-разному экспонированных по отношению к влажным ветрам и солнечной радиации. Как и в других районах Южной Сибири, сухие южные склоны отличаются большей крутизной, поскольку разрушение их (при прочих равных условиях) протекает относительно медленнее.[3]

В Минусинской котловине хорошо распространены лессовидные суглинки, смягчающие очертания формы рельефа и на междуречных плато, и в речных долинах. Это пылеватая пористая порода палевого цвета, слабосцементированная, но все же удерживающая вертикальные стенки большой высоты. В минералогическом отношении в ее составе преобладает кварц. При насыщении влагой порода теряет структуру и обнаруживает осадочные свойства. Толщина чехла лессовидного суглинка меняется вместе с рельефом местности. На резко очерченных положительных формах рельефа его не бывает совершенно и на поверхность выходят выветренные коренные породы. На отлогих и плоских междуречных плато толщина лесса достигает 1-3 м. При этом минералогический и химический состав его обнаруживает близость к подстилающим коренным породам. Далеко не всегда удается наблюдать четкую границу между подстилающими коренными породами и лессовидными суглинками. Видимо здесь, лессовидные суглинки имеют эоловое происхождение.

В понижениях рельефа – в падах, на нижних частях склонов и на днищах долин – лессовидные суглинки достигают мощности более 10-15м. В лессовидных суглинках понижений рельефа удастся наблюдать горизонтальную слоистость и резкие границы между отдельными слоями. В них нередко находят раковины пресноводных моллюсков, стеблей осоки, ивы и других влаголюбивых растений.

Лессовидные суглинки понижений местности в Минусинской котловине образовались путем отложения в водной среде. Однако территория, где они отлагались, обсыхала в определенные сезоны года и подвергались воздействию субаэральных агентов - колебаний температуры и влажности. Возникавшее при этом перемещении вещества грунта, а также воздействие корней растений и процессов почвообразования формируют структуру, свойственную лёссовидным горным породам.

Долины трех главных рек – Енисея, Абакана и Тубы – отличаются от других долин минусинской котловины. Для них характерно дробление русла на множество рукавов. Ширина поймы, образованная многочисленными островами разных размеров, достигает

10-15 км. К ней прилегают древние террасы, ширина которых так же измеряется многими километрами. Местами долины сужены, с берега подходят высокие массивы, сложенные трудно размываемыми породами. Характерный пример такого сужения находится на Енисее, непосредственно ниже устья р. Тубы или 25км ниже с. Шушенского. Наличие рукавов на плоском дне долины свидетельствует о преобладании в настоящее время процессов аккумуляции. Кроме днищ долин крупных рек, аккумулятивным флювиальным рельефом обладают расширения речных долин в том месте, где реки выходят из гор на предгорные равнины. Во многих местах к подножью гор, даже таких древних, как горы Южной Сибири, примыкает тектонически подвижная зона, напоминающие краевые прогибы альпийских горных соображений. Такая полоса с довольно постоянной тенденцией к погружению лежит у подножья Западных Саян. Реки Чазрык, Бея, Шушь, Оя, Кебеж, Тайгишь, Шадат, Амыл на границе с горами образуют низменные болотистые равнины - «внутренние дельты»

По восточной периферии Минусинской котловины нет четкой границы между горами и равнинной днища котловины. Равнина множеством «залювов» вдаётся глубину горной страны Восточных Саян. Различные неотектонические движения по направлению и величине приводят к крутым изломам продольного профиля рек, появлению озер и больших болотистых массивов, окруженных высокими горными грядами, которые реки пересекают в узких каньонах, образуя пороги.

В Койбальской степи и кое-где в других местах на западе Минусинской котловины происходит перевевание аллювиальных отложений и формирование аккумулятивного эолового рельефа.

На вершинах гряд и холмов наблюдается свежие котловины выдувания, обычно овальной формы, длиной до 100м при ширине 10-30м и глубине до 5-7м. Наличие на их дне песчаной ряби и погребение под песком почвенных горизонтов по периферии котловин ясно указывают на их дефляционное происхождение. Современное усиление дефляции обусловлено в значительной мере вырубкой лесов, распашкой и неумеренным выпасом скота. Последние годы принимаются энергичные меры для закрепления песков.

В прошлом, судя по вытянутым вдоль рек широким полосам дюн, покрытых сосновыми борами, перевевание песков имело гораздо большие масштабы. Пески образуют отдельные дюны, цепи дюн и гряды, вытянутые в меридиональном направлении. Как правило, восточные склоны холмов и гряд круче.

В местах выхода на поверхность известняков отмечены карстовые формы рельефа. Встречаются пещеры, достигающих иногда крупных размеров. Еще шире распространены карстовые воронки, колодцы и провалы с озерами на дне. Но даже в местах выхода на

поверхность легкокарстующихся гипсовых толщ карстовые формы рельефа занимают подчиненное положение, по сравнению с созданными водой, текучей по поверхности. Карст представляет весьма грозное явление для инженерных сооружений и привлекает к себе больше внимания, поскольку в Минусинской котловине все шире разворачивается крупное индустриальное строительство.

Восточные и отчасти западные окраины Минусинской котловины обладают низкогорным эрозионным рельефом. В восточной части ее переход от сильно пересеченного рельефа равнины к рельефу низкогорья уловить трудно. Постепенно возрастает дислоцированность горных пород, все больше становятся абсолютные и относительные высоты, круче склоны, уже речные долины и постепенно начинаются горы. Резкие формы здесь встречаются редко, обычно вершины конические и куполообразные.

В истории Минусинской котловины можно отметить несколько этапов. Как система котловин, разобранная крупными поднятиями, она обособилась еще в Юрском периоде. За длительный этап спокойного тектонического развития в верхней юре, мелу и палеогене местность была сильно выровнена. Современный облик рельефа котловина получила в результате поднятия окружающих горных систем в неогене и четвертичном периоде, частично захватывающих и ее территорию. В эпохи оледенения на дне котловин существовало множество озёр и болот, что было связано с уменьшением испарения. В послеледниковое время в условиях относительно сухого климата происходило перевывание аллювиальных песков и продолжалось накопление лессовидных суглинков аллювиального, делювиального и эолового происхождения. [3]

1.1.2.1 Геология участка «Оглахты»

1.1.2.1.1 Стратиграфия.

В геологическом строении участка принимают участие отложение девона, карбона и четвертичной системы.

Девонская система

Средний отдел (D₂)

Отложения среднего отдела девона в районе участка Оглахты подразделены на Толтаковскую, Аскизскую, Илеморовскую, Бейскую свиты.

Толтаковская свита (D₂tl) в виде полосы северо-восточного проектирования закартирована севернее поселка Красный Камень. Свита сложена преимущественно красноцветными грубообломочными породами – конгломератами, гравелитами и песчаниками, содержащими прослойки алевролитов, аргиллитов и реже известняков. Терригенные породы обычно косослоистые полимиктовые ил кварц-полевошпатовые.

Мощность Толтаковской свиты не превышает 300 м. растительные остатки свидетельствуют о среднедевонском возрасте.

Аскизская свита (D_{2as}) согласно залегает на Толтаковской свите. В её строении принимают участие алевролиты и мергели с прослоями песчаников и известняков. Окраска пород сероцветная. Мощность свиты около 150 м.

Выше по разрезу Аскизская свита сменяется Илеморовской (D_{2il}), сложенной песчаниками, алевролитами, аргиллитами, мергелями. Мощность отдельных прослоев составляет от 0,2 – 0,3 до 10 м. Общая мощность свиты достигает 120 м. В нижней части свиты в бассейне реки Камышта отмечен прослой глинистых сланцев, пропитанных битумом.

Переход между Аскизской и Илеморовской свитами постепенный, состав близкий, поэтому на отдельных участках Минусинской впадины они объединяются в Сарагажскую свиту.

Бейская свита (D_{2bs}) закартирована в северной части участка в виде полосы субширотного простирания и на юге, где слагает ядерную часть небольшой брахискладки. Нижняя граница свиты проводится по появлению мощных слоев прослоев серых известняков. В строении свиты принимают участие известняки, среди которых имеется маломощный прослой песчаников, алевролитов и аргиллитов. Текстура карбонатных массивная. Для свиты характерно наличие большого количества окаменелых остатков брахиопод и кораллов. Мощность свиты 150-200 м.

Верхний отдел. (D_3)

Верхний отдел девона представлен Айдановской, Кохайской свитами Франского яруса и Тубинской свитой Фаменского.

Айдановская (D_{3od}) как в районе участка Оглахты, так и в пределах Минусинского межгорного прогиба пользуется широким распространением. Нижняя граница свиты проводится по смене карбонатных отложений Бийской свиты терригенными красноцветными породами. Литологический состав свиты довольно однообразен – это переслаивающиеся между собой красноцветные песчаники, алевролиты и аргиллиты. Иногда среди них встречаются прослои гравелитов. Мощность свиты 350-400 м.

Выше по разрезу породы Айдановской свиты постепенно сменяются породами Кохайской (D_{3kh}). Граница между свитами проводится по смене окраски пород красноцветной на сероцветную. В строении свиты принимают участие песчаники алевролиты, аргиллиты, мергели реже известняки и гравелиты. Характерны наличие прослоев аргиллитов с каменистыми и железокремнистыми конкрециями. Мощность отложений свиты составляет 250-275 м. Формирование отложений свиты происходило в

лагунах или обширных пресноводных бассейнах. На основании находок окаменевших остатков остракот, ракообразных и панцерных рыб. Установлен Франский возраст Айдановской и Кохайской свиты.

Тубинская свита (D_3tb) пользуется в районе широким распространением. Граница с Кохайской свитой проводится по смене переокрашенных пород Кохайской свиты красноцветными. Литологический состав свиты однообразен – красноцветные песчаники и алевролиты с редкими прослоями гравелитов и мергелей. На плоскостях наложения довольно часто наблюдаются волноприбойные знаки и трещины усыхания. В прослоях мергелей обнаружены остатки панцерных рыб. Мощность свиты 600-800 м. На основании находок окаменелой фауны возраст пород Тубинской свиты определен как позднедевонский (фаменский).

Каменноугольная система.

Нижний отдел (C_1)

Положение нижнего карбона развито непосредственно на участке Оглахты и представлено Быстрянкой, Алтайской и Надалтайской свитами Тунейского яруса.

Быстрянская свита (C_1bs) в виде полосы шириной до трех километров прослеживается по периферии Бузуновской брахиатиклинали. В геологическом строении принимают участие серые и желтовато-серые песчаники, алевролиты, доломиты известняки и туффиты. Характерно особенностью пород является присутствие на них пеплового материала. Мощность свиты 160-180 м. Ранее каменноугольный возраст пород свиты установлен на основании находок окаменелой фауны. Характер взаимоотношений Быстрянкой свиты с нижележащими породами разными исследователями характеризуется по-разному. Одни считают, что перерывы в осадконакоплении между девонем и карбоном не было, другие считают, что между девонем и карбоном такой перерыв в осадконакоплении был.

Геологический разрез карбона наращивается алтайской свитой (C_1al), в строение которой принимают участие коричневатокрасные и красные песчаники, алевролиты и туффиты. С нижележащими отложениями породы Алтайской свиты связаны постепенными переходами, однако граница между ними устанавливается довольно четко по смене сероцветных пород красноцветными. Мощность свиты 130-150 м.

Надалтайская свита (C_1nl) откартирована на берегу Красноярского водохранилища. В литологическом отношении свита сходна с Быстрянкой, но отличается от нее повышенным содержанием карбонатных минералов и значительной примесью туффогенного материала. На участке «Оглахты» свита представлена желтовато-зелеными песчаниками с отпечатками *lepidodendron*, алевролитами, туффитами и известняками.

Характерные отличия наличие прожилок розового и красного халцедона. Мощность свиты 150-180 м. Возраст свиты установлен по находкам окаменелой фауны и флоры.

Четвертичная система

Отложения четвертичной системы широко развиты на исследуемой территории и представлены комплексом аллювиальных, аллювиально-озерных, аллювиально-делювиальных отложений. В районе участка «Оглахты» наиболее четко картируются аллювиальные отложения верхнего и современного звена четвертичной системы, слогающие надпойменные террасы р. Енисей.

К верхнему звену отнесены отложения II и I надпойменных террас. Они, как правило, в нижней части представлены грубым песчано-галечным материалом, которые выше по разрезу сменяются песками, супесями и суглинками. Мощность отложений более 12м.

Отложения современного звена слагают поймы и русла водотоков. Представлены они песчано-галечным материалом. [4]

1.1.2.1.2 Тектоника

Район «Оглахты» в тектоническом отношении являются составной частью Южно-Минусинской межгорной впадины, в пределах которой выделяются 2 структурно-тектонических этажа: нижний, сложенный нижнепалеозойскими породами, и верхний, в строении которого принимают участие отложения девона и карбона. В данном районе наблюдаются структуры верхнего этажа.

Наиболее крупной пликативной структурой является Моисеевская синклиналь. Крылья складки сложены породами среднего и верхнего девона, ядерная часть породами карбона.

Углы падения слоистости на крыльях составляют 15-20°. Синклиналь сложена мелкими брахиантиклинальными и брахисинклинальными складками (Биджинская, Хакаская и Енисейская).

Биджинская брахиантиклиналь расположена на южном крыле Моисеевской синклинали и имеет ассиметричное строение: северо-восточное крыло у нее положе юго-западного. В ядре складки обнажены известняки Бейской свиты.

Хакаская и Енисейская брахисинклинальные складки небольшого размера (3-4 км) расположены на западном крыле Моисеевской синклиналию. Обе структуры имеют в плане овальную форму и пологие (2-3°) углы падения слоистости на крыльях. Ядерные части и крылья складок сложены пестроцветными отложениями кохайской свиты верхнего девона.

Разрывные нарушения, пользующиеся широким распространением среди раннепалеозойских образований, в породах среднего и верхнего девона постепенно затухают. На исследованной территории зафиксировано всего несколько малоамплитудных дизъюнктивов, которые практически не изучены. [4]

1.1.2.2 Рельеф участка «Оглахты»

Современный рельеф района «Оглахты» как и других районов Южно-Минусинского прогиба тесно связан с геологическим и тектоническим строением. Непосредственно на участке «Оглахты» развит куэсто-грядовый тип рельефа, хорошо подчеркивающий структуру Моисеевской синклинали. Гряды и куэсты здесь чередуются с консеквентными и субсеквентными долинами водотоков. В большинстве долин постоянные водотоки в настоящее время отсутствуют, иногда по ним протекают небольшие ручьи. Абсолютные отметки возвышенностей достигают 650 м.

В западном направлении куэсто-грядовый тип рельефа сменяется рельефом останцовых возвышенностей. На выровненной поверхности с абсолютными отметками 300-350 м, сложенной породами верхнего девона, наблюдаются останцы высотой до 100 м. Этот тип рельефа образовался в результате господствующего здесь в течении длительного времени денудационных и водно-эрозионных процессов. Наиболее устойчивые породы сохранились в виде останцов, возвышающихся над общей сnivelированной поверхностью.

Очень незначительным распространением пользуются здесь формы эрозионно-аккумулятивного типа рельефа – это поймы и надпойменные террасы реки Енисей. В настоящее время они, в основном, затоплены и сохранились только в виде небольших фрагментов юго-западнее участка «Оглахты». [4]

Включает в себя часть низкогорного широтного моноклиналичного хребта Оглахты, который отделяет друг от друга Минусинскую и Сыдо-Ербенскую котловину. Абсолютные высоты до 580 м над уровнем моря, относительное поднятие 100-150 м.

Северная территория вытянута в меридиональном направлении, расположена в области залегания пород осадочной серии нижнего карбона. [5] Для участка характерно густое эрозионное расчленение на всей площади. Енисей создает глубокий врез, обуславливающий колебания высот от 300 до 400 м на коротких расстояниях. В связи с эти господствуют крутые склоны, которые увеличивают сток даже при неизменном количестве осадков тем самым способствуют расширению эрозионной сети. [6] Вдоль восточной границы участка наблюдаются коренные берега, подмытые рекой. Слагается песчаниками, алевролитами, туфитами, известняками, доломитами. [5]

1.1.3 Климат

Изучаемый район имеет климат, характерный Саянской области гор Южной Сибири. Для Саянской области характерен восточносибирский тип климата с продолжительной и суровой зимой, значительной разницей температур зимы и лета и большими амплитудами абсолютных максимумов и минимумов температур (до 80-90°). Повсюду отчетливо выражены зимние температурные инверсии, градиент которых иногда достигает 2-3° на 100 м. Средние температуры июля в межгорных понижениях достигают от 17 до 21°, на высоте 1000-1200 м они равны 14-16°, а в высокогорье, где в любой месяц возможны заморозки и снегопады, понижаются до 8-10°.

Зимой над страной формируется область высокого атмосферного давления (азиатский антициклон), центр которого располагается над Монголией и Забайкальем. Летом внутренние части материка сильно нагреваются, и здесь устанавливается пониженное атмосферное давление. В результате прогревания поступающих сюда атлантических и арктических воздушных масс над горами происходит формирование континентального воздуха. Над южными районами страны, где континентальный тропический воздух приходит в соприкосновение с более прохладным воздухом умеренных широт, располагается монгольский фронт, с которым связано прохождение циклонов и выпадение атмосферных осадков. Однако основная масса летних осадков поступает сюда в результате процессов переноса масс атлантического воздуха, приходящих с запада.

Большие различия наблюдаются также и в условиях увлажнения. Максимальное количество осадков получают северные склоны хребтов Западного Саяна и западные хребты Восточного Саяна, подверженные воздействию западных циклонов. Здесь на высоте 1000-2000 м выпадает в среднем 700-800 мм/год осадков, но местами сумма достигает 1000-1200 мм. На востоке заметно суше: районы Окинского плоскогорья получают всего 400-450 мм осадков. Самые засушливые места — межгорные котловины (Минусинская, Усинская, Мондинская). Они расположены в «дождевой тени», получают около 250-300 мм/год осадков и отличаются сравнительно высокими летними температурами.

Повсюду максимум осадков приходится на теплое время года. Особенно отчетливо он выражен на склонах южных хребтов восточной половины Восточного Саяна, где летние осадки составляют до 70-80% годовых, а на долю зимних приходится всего 2-3%. В связи с этим мощность снежного покрова в восточных районах и Минусинской котловине невелика — от 6 до 20 см. [7]

Климат на территории резко-континентальный с недостатком атмосферных осадков, с характерными значительными годовыми и суточными колебаниями температуры, большой сухость воздуха, длительным периодом с ясными днями и сильными ветрами (см. табл. 2). [8]

Морозный период длится 95-105 дней, а годовая сумма осадков 300-350 мм. Средняя температура в Июле +18 °С. Максимальная температура достигает 36 °С (Июль). В январе средняя температура до -20 °С. Минимальная температура до -53 °С (Январь). Влажность воздуха в среднем за год 71%. Средняя максимальная температура в наиболее жарком месяце года +24,5 °С. [5]

Таблица 2 - Годовой ход температур воздуха и суммы осадков за 2016 год на участке «Оглахты». [9]

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
показатели												
Ср. t, °С	-22,1	-11,5	-2,9	+5,6	+8,9	+17,2	+19,4	+15,5	+11,9	-3,6	-9,6	-11,7
Max t, °С	-10,2	+5,2	+13,3	+19,2	+25,4	+30,9	+28,8	+28	+26,4	+5,6	+8,2	+4,3
Min t, °С	-32,4	-27,9	-23,7	-6,1	-7,6	+1,5	+8,8	+3,2	-2,7	-17,5	-31,2	-26,6
Σосадков, мм	0,9	0,6	0,9	30,8	14,1	42,3	108,8	54,2	41,4	24	4	1,6

1.1.4 Поверхностные воды

Главным водным объектом на территории заповедника является Красноярское водохранилище. Это водохранилище на Енисее, образованное при строительстве Красноярской ГЭС. Является одним из крупнейших по объёму искусственных водоёмов в мире, в России занимает по этому показателю второе место (после Братского водохранилища). Предгорный водоем долинного типа. Объём водной массы 73,3 км³. Площадь поверхности 2000 км².

Верхняя точка водохранилища находится в районе города Абакан, при впадении в Енисей реки Абакан. Нижняя точка — плотина Красноярской ГЭС, выше города Красноярск. Расстояние от верхней точки до Красноярской ГЭС по прямой — около 250 километров, однако общая длина водохранилища значительно больше — 388 километров. Ширина в самых широких местах достигает 15 километров. Высота уреза воды — 243 метра над уровнем моря.

В водохранилище впадают несколько достаточно крупных рек, в том числе: по правому берегу — Туба, Сисим, Сыда, по левому — Бирюса. В местах впадения рек, ранее

впадавших непосредственно в Енисей, при создании водохранилища образовались заливы. Наиболее значительные из них — Тубинский, Сыда, Карасуг, Сисим, Дербинский, Бирюсинский. В прибрежных скалах водохранилища зияют выходы многочисленных уникальных пещер — в том числе Бирюсинских, с их протяженными (до 6 км) ходами, залами и великолепными гротами.

Крупнейшими населёнными пунктами, расположенными на берегу водохранилища, являются районные центры Усть-Абакан, Краснотуранск (расположен на берегу залива Сыда), Новосёлово. Мосты через водохранилище отсутствуют, ближайшие мосты через Енисей расположены в нескольких километрах выше и ниже водохранилища. Однако через водохранилище организовано паромное сообщение, в частности из села Новосёлово. До начала 1990-х годов по водохранилищу осуществлялось пассажирское сообщение речными теплоходами на подводных крыльях. [10]

1.1.5 Почвы

По почвенно-географическому районированию участок находится в Боградском холмисто-сопочном степном районе. [12]

Почвообразующая порода представлена лессовидными суглинками и глинами, а также элювиально-делювиальными отложениями красноцветно-осадочных пород. Исследования показали, что почвенный покров участка представлен комплексом выщелоченных обыкновенных южных черноземов, а также сочетании, в которых фон представляют неполноразвитые почвы, а подчиненные компоненты ландшафта представлены выщелоченными черноземами. Для вершин возвышенностей южных и северо-западных склонов характерно наличие мозаик, представленных неполноразвитыми и фрагментарными почвами с выходами горных пород. Выщелоченные черноземы, как правило, занимают восточные и северо-восточные склоны возвышенностей. Эти почвы обычно среднемощные, среднегумусные, реже - тучные. Обыкновенные черноземы, также, как и выщелоченные, развиваются преимущественно на склонах восточной и северо-восточной экспозиции. Под ассоциациями луговой злаково-разнотравной степи, незначительно могут встречаться и на северных склонах. Их отличительной особенностью является наличие карбонатов в верхней части гор. В отличие от обыкновенных черноземов, южные формируются под более ксерофитной растительностью, представленной крупнопольно-ковыльными и другими ассоциациями настоящих и сухих степей. В климатическом отношении этот район несколько благоприятнее смежных

степных районов. Это одна из причин того, что черноземы района характеризуются повышенной степенью структурности, богатства. [13]

1.1.6 Флора и фауна

Для Саянской области типичны: преобладание темнохвойной горной тайги, а в высокогорной зоне — различных вариантов горной тундры.

Степи на южных черноземах и каштановых почвах занимают значительные площади лишь на центральных участках Минусинской и Енисейско-Чулымской котловин. В окраинных районах этих котловин и на склонах соседних низкогорных массивов злаковые степи сменяются остепненными лугами и разнотравными луговыми степями, чередующимися с перелесками из березы, сосны и лиственницы. [7]

По геоботаническому районированию участок располагается в Минусинской провинции, Приабаканского (Центрально-Хакасского) степного округа. [11] В растительном покрове ведущую роль играют разнотравные варианты четырехзлаковой степи и крупнодерновинные степи. Северные склоны и глубокие лога покрыты кустарниковыми ценозами. Южные каменистые склоны часто занимают каменистые степи. По северным склонам гор распространены березовые перелески. Крутые южные восточные склоны заняты растительностью скал и осыпей. [5]

Фауна Саянской области насчитывает в своем составе более 70 видов млекопитающих и около 250 видов птиц. Большинство из них сосредоточено в горной тайге. В качестве наиболее характерных животных можно назвать белку, колонка, соболя, горностаю, бурундука, кабаргу, изюбра (*Cervus elaphus xanthopygus*), лося, северного оленя. Из крупных хищников здесь обитают медведь, россомаха и рысь. В восточных районах встречается кабан. Из таежных птиц типичны рябчик, глухарь, тетерев, дятлы, клест (*Loxia leucoptera*), кедровка, кукушка и многие другие.

В межгорных котловинах западной части области преобладают степные животные, мало отличающиеся от обитателей степей Западной Сибири. В Минусинской котловине обычны, например, длиннохвостый суслик, светлый хорек, джунгарский хомячок (*Phodopus sungorus*), обыкновенный хомяк (*Cricetus cricetus*), различные полевки. [5]

1.2 Современные процессы рельефообразования

В ходе проделанной работы было установлено, что изменения, которым подвергалась территория изучаемого кластера носят как эндогенный, так и экзогенный характер.

Значительно усилилась тектоническая активность в конце среднечетвертичного и в позднечетвертичное время. Минусинские впадины испытали общее поднятие и эрозионное расчленение, сопровождавшееся спуском озерных бассейнов и образованием комплекса террас высотой 60-80 м. Наряду с общим поднятием происходили локальные движения, обусловившие наклоны среднечетвертичной аккумулятивной поверхности и различное гипсометрическое положение одновозрастных аллювиально-озерных отложений. Рост обрамляющих впадины горных сооружений продолжался вплоть до голоцена. В пределах впадин с движениями позднечетвертичной и современной эпох связано образование комплекса низких террас, поверхность которых деформирована локальными поднятиями и опусканиями.

На участках кластера «Оглахты» наблюдается множество экзогенных геоморфологических процессов, которые создают нанорельеф местности. Эти процессы относятся к следующим классам ЭПР:

- Эрозионно-денудационный класс ЭПР
- Эоловый класс ЭПР
- Гравитационный класс ЭПР
- Склоновый гидрогенного оползания и течения класс ЭПР
- Озерный (береговой) класс ЭПР

Гравитационные процессы – процессы изменения поверхности Земли под действием силы тяжести. К ним относятся обвалы, камнепады, снежные лавины, оползни, медленное сползание и течение грунтов. Обваливание и осыпание происходят на склонах, крутизна которых более угла "естественного откоса" (35-38°). В горах обвалы достигают крупных размеров — до 1-1,5 км³. Осыпание — постоянный процесс, пульсирующий по интенсивности (обычно увеличивается весной при снеготаянии, а также при землетрясениях). Скорость денудации при осыпании в зависимости от крутизны склонов (за длительный отрезок времени) изменяется в пределах 1,5-0,05 мм в год.

Осыпи — Осыпи - характерный элемент горного ландшафта, осыпи встречаются и на крутых склонах обнажений на равнинах. Интенсивность осыпания зависит от свойств горной породы, слагающей склон, его крутизны и высоты. Наиболее активно процесс осыпания развивается в тёплый период года. Образование осыпей убыстряется при сильных дождях и сейсмических толчках. [14]

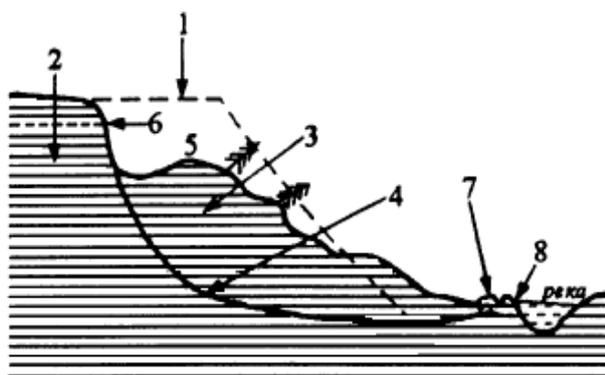
На участке «Оглахты-1» осыпи наблюдаются на Востоке на побережье Красноярского водохранилища и на Юге в руслах временных водотоков (см. рис.1).



Рисунок 1 – Осыпь на берегу Красноярского водохранилища [фото автора]

Оползень - скользящее смещение горных пород на склонах по имеющейся или формирующейся поверхности или системе поверхностей под действием силы тяжести при участии поверхностных или подземных вод. Оползень возникает тогда, когда склон становится неустойчивым, т.е. сдвигающие усилия больше прочности пород. [14]

Движение происходит по круглоцилиндрическому, (см. рис. 2) плоскому или ступенчатому ложу – поверхности скольжения.



Примечание: 1 — первоначальное положение склона; 2 — ненарушенные слои; 3 — оползневой блок; 4 — поверхность скольжения; 5 — площадка оползневой террасы; 6 — стенка срыва оползневой массы; 7 — напорный оползневой вал; 8 — урез реки.

Рисунок 2 - Схема поперечного профиля оползня [15]

На участке «Оглахты-1» наблюдается обрывающийся склон со стороны Красноярского Водоохранилища, крутизной около 90°. На стенах отрыва имеются продольные трещины отрыва, а в верхней части склона имеются трещины отрыва и блок отрыва шириной от 30 см до 1 м по всей ширине склона. Внизу под склоном лежат оползневые блоки (см. рис. 3 и 4). Данный оползень – фронтальный и относится к абразионному типу, т.е. причиной его возникновения является абразия, а его базис – уровень Красноярского водохранилища.



Рисунок 3 - Продольные трещины отрыва [фото автора]



Рисунок 4 - Трещина отрыва и блок отрыва и оползневые блоки [фото автора]

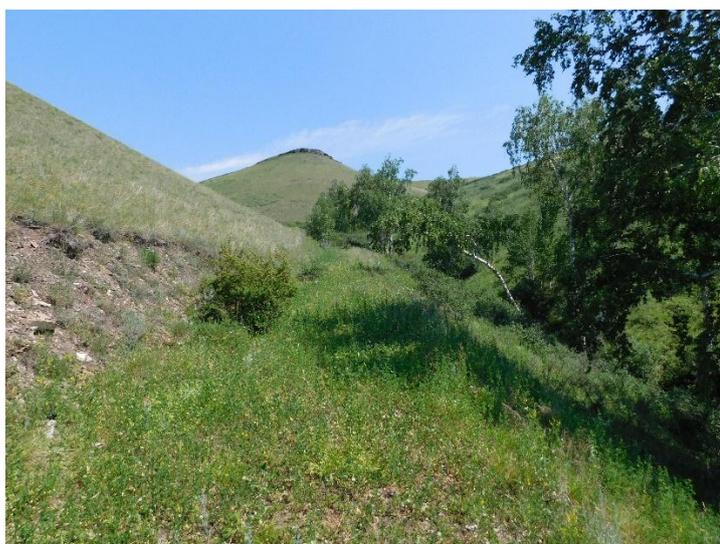


Рисунок 5 – Оползневое тело. [фото автора]

На участке «Оглахты-1» широкое распространение получила медленная или закрытая солифлюкция – движение происходит при вязко-текучей консистенции – это «вязкое течение». В умеренных широтах процесс проявляется на хорошо увлажненных

склонах, их частях в условиях сохранения растительного покрова. Этот процесс встречается как на Востоке изучаемого участка, так и на Юге на склонах Юго-Восточной (На Востоке участка) (см. рис.6) и Юго-Западной (см. рис.7) и Северо-Западной экспозициях (на Юге), стоит отметить, что этот процесс простирается на десятки и сотни метров как вдоль, так и поперек склонов.



Рисунок 6 – Солифлюкция на Востоке участка «Оглахты-1»
Юго-Восточная экспозиция [фото автора]



Рисунок 7 – Солифлюкция на Юге участка «Оглахты - 1»
Юго-Западная экспозиция [фото автора]

Абразия (лат. Abrasio — соскабливание, соскребание) — процесс механического разрушения и сноса горных пород в береговой зоне водоёмов волнами и прибоем, а также воздействием переносимого водой обломочного материала (см. рис. 8).



Рисунок 8 – Абразия по берегам Красноярского водохранилища [фото автора]

В ходе научно-исследовательских работ были установлены виды береговых экзогенных процессов, и выявлено, что абразионным процессам подвержена большая часть береговой линии на обоих участках кластера «Оглахты». Так же абразионные процессы способствуют возникновению оползней и осыпей по берегам водохранилища. Как и в других местах, на территории кластера на Красноярском водохранилище интенсивно разрушаются берега, сложенные рыхлыми отложениями и слабосцементированными горными породами. Это относится, как к берегам с выветрелыми коренными породами, так и к берегам с размывом продуктов развития склонных процессов (оползней, осыпей, обвалов).

На территории обоих участков наблюдались оползни разных размеров и в разной стадии развития. На участке «Оглахты-1» наблюдались зрелые оползни абразионного и эрозионного типов, в плане они относятся к фронтальному типу. При чем оползни эрозионного типа в длину составляли более 20 м, в отличии от оползня абразионного типа, имевшего длину не более 10м.

Процесс солифлюкции широко распространен лишь на участке «Оглахты-1». В ходе развития склонов с медленным смещением чехла обломков происходит срезание подстилающей коренной горной породы. Солифлюкционные склоны имеют неровную поверхность, осложненную оплывами, натечными буграми и солифлюкционными террасами.

2 Влияние водохранилищ на рельефообразование

2.1 Абразия и ее виды

Абразия (от лат. abrasion – соскабливание, сбривание) – разрушение волнами и прибоем берегов морей, озер и крупных водохранилищ. Интенсивность абразии зависит от степени волнового воздействия, т.е. от бурности водоема. Разрушительная работа волн может осуществляться механическим, химическим и термическим путями.[16]

– механическим путем – разрушение пород, слагающих берег, происходит под действием гидравлического удара прибойного потока, мгновенной компрессии и декомпрессии воздуха в трещинах пород в результате действия прибоя, а также путем бомбардировки и истирания горной породы обломками той же или другой породы;

– химический путь реализуется на берегах, сложенных растворимыми породами. По уменьшению степени растворимости пород отмечается следующая последовательность: галит, гипс, известняк, доломит. Чаще всего в природе наблюдаются абразионные берега, сложенные известняками в силу более их широкого распространения. На скорость химической абразии влияют свойства воды в водоеме, температурный режим воды. Холодная вода способна растворить большое количество CO_2 , вследствие чего она более агрессивна к известнякам. Наиболее реальные значения химической абразии берегов, сложенных известняками, – 0,5–5,0 мм/год. Химическая абразия обычно комбинируется с механической и в определенной степени осложняет морфологию «нормального» абразионного берега; [17]

– термоабразия – сочетание процессов теплового и механического разрушения берегов водоемов при воздействии волноприбоя на участках побережья, сложенных мерзлыми породами, содержащими большое количество подземных ледяных тел. К другим факторам, определяющим интенсивность термоабразии, относятся температура воды и энергия волноприбойных процессов. Скорость термической абразии в большой степени зависит от литологического состава мерзлых пород. Очень быстро разрушаются берега, сложенные льдом, например, край ледника, спускающегося в море. Скальные породы даже при их отрицательной температуре подвержены лишь механической абразии. Интенсивно разрушаются берега, сложенные дисперсными породами с высокой льдистостью (50% и более). При термическом воздействии морских вод на берег образуется ниша вытаивания. Глубина ниш достигает нескольких метров, например, на Новосибирских островах – до 10 м. Затем карниз обрушивается, стенка клифа отступает, и у его подножия начинает формироваться новая ниша. В летнее время верхняя часть термоабразионного уступа подвергается термоденудации, оттаявшие породы сильно

обводнены, и у подножий термоабразионных уступов формируются солифлюкционные шлейфы, размываемые волноприбоями.

Скорость термоабразии из-за различных гидрологических, литологических условий изменяется в широких пределах:

- берега, сложенные песками, глинами с линзами торфа, при высоте клифа в 12 м размывались со скоростью 39,5 м/год (о. Моржовец);
- берега, сложенные мерзлыми высоко льдистыми дисперсными породами и высотой клифа 5–10 м – со скоростью 1–12 м/год (Новосибирские о-ва);
- берега, сложенные чистым льдом – со скоростью 18–20 м/год (Земля Франца Иосифа).

2.2 Условия и факторы развития абразии

Абразия морей, водохранилищ и крупных озер и ее интенсивность зависит от определенного набора факторов, главными из них являются следующие [16, 18]:

1. Ударная сила волн – определяющий природный фактор, обуславливающий особенности формирования и развития берегов. Максимальные параметры штормовых волн в морях и океанах лимитируются площадью и глубиной водоема, некоторые средние параметры штормовых волн даны в табл. 3.

Таблица 3 - Параметры штормовых волн [16].

Море	Высота волны (H), м	Длина волны (L), м
Открытый океан	15-20	>300
Средиземное	9	200
Северное	8	<150
Берингово	8	<150
Охотское	8	120-150
Баренцево	8	150
Балтийское	6	60
Черное	7	<100
Азовское	2	10
Каспийское		
юг	4-6	60-70
север	2	10

Во время сильных штормов высота волн достигает 15–20 м и более, а сила удара – до 10–30 т/м². Следует учесть, что максимальное давление длится доли секунды, но удары

повторяются все время. Гребни длинных волн в открытом море могут следовать один за другим с интервалом до 20 с.

Удары штормовых волн у берегов Испании и Франции регистрируются сейсмическими станциями ФРГ и Швейцарии [18]. Силу волн иллюстрируют следующие примеры [16]:

– в августе 1949 г. во время сильного шторма в районе г. Сочи волна высотой до 7 м сбросила с мола около 100 массивов по 40–80 т;

– во Франции у г. Шербур трехметровый валун весом 3,2 т во время сильного шторма был переброшен волнами через стену высотой 6 м;

– известны случаи, когда захваченными волнением камнями были выбиты окна маяков, находящихся на высоте 50–100 м.

Познание и оценка работы, производимой волнами, – актуальная проблема в инженерной геологии, геоморфологии. Энергия работы волн, находится в прямой зависимости от высоты и длины волн, в результате суммарная энергия морской волны определяется по формуле:

$$E=1/8H^2L,$$

где H – высота волн, L – длина волн. [19]

Наиболее интенсивно абразия развивается на приглубных побережьях, т.е. там, где есть крутой подводный склон. В этом случае волны подходят к берегу, не растратив своей энергии, как это происходит при опрокидывании волн на отмельных берегах, и вся кинетическая энергия волн идет на разрушение берега. [20]

2. Литологический состав, строение и состояние горных пород: больше всего подвержены разрушению рыхлые песчано-глинистые, а также сильно трещиноватые выветрелые скальные породы, особенно при падении их в сторону моря. Исследованиями установлено, что скорости абразии весьма различаются (табл. 4).

3. Высота и крутизна берегового склона: интенсивность абразии, при прочих равных условиях, значительно больше в случае высоких обрывистых берегов, особенно ориентированных перпендикулярно или под углом к направлению господствующих ветров и с узким пляжем.

Таблица 4 - Скорости абразии [21, 22]

Литологическая характеристика пород	Скорости абразии, м/год	
	Клиф	Бенч
Прочные скальные кристаллические, прочные метаморфические и осадочные породы (известняки, граниты и некоторые гнейсы)	-	-

Изверженные метаморфизованные, метаморфические, сцементированные осадочные и эффузивные породы (гнейсы, серпентиниты, сланцы, андезиты, туфобазальты и др.)	До 0,01	До 0,001
Выветрелые, слабопрочные осадочные и эффузивные породы, (сильно выветрелые кристаллические породы, мергели, глинистые и мергелистые известняки, аргиллиты, песчаники и туфы)	До 0,2	До 0,1
Полускальные и глинистые, некоторые слабо сцементированные осадочные породы (песчаники, конгломераты, глины, суглинки)	До 5-8	До 0,05
Рыхлые несцементированные отложения (пески, супеси, слабо уплотненные суглинки, лёсс, галечники, несцементированные гравелиты)	15-20	До 0,1
Суглинки моренные с прослоями песков	0,16-1,65	
Оползневые накопления	0,3-3,0	

4. Оказывают влияние современные тектонические колебательные движения. Абразия усиливается при повышении уровня моря (трансгрессия), в случае регрессии моря происходит ослабление абразии.

5. На абразию и ее динамику оказывают влияние и климатические условия – температурный режим водоема по сезонам года, наличие или отсутствие льда, количество выпадающих осадков, амплитуда колебания температуры и др. Особенно сильно на процесс абразии может влиять количество выпадающих осадков: с увеличением увлажненности пород происходит ослабление их структурных связей и возрастает их размываемость. Температурные колебания определяют динамику физического выветривания пород. Климатические факторы подчиняются широтной зональности, что следует учитывать при изучении абразионного процесса.

6. Техногенные факторы в не меньшей степени могут влиять на динамику абразии, это влияние двояко: во-первых, человек может влиять на волновой режим в прибрежной зоне, усиливая или ослабляя абразию; во-вторых, он может оказывать ослабляющее действие на породы, слагающие побережья, и тем самым активизировать абразию. Например, строительство сооружений, снижающих энергию волн (волноломов и др.) приводит к ослаблению абразии. Воздействие на породы, слагающие побережье (дополнительная нагрузка, нарушение гидрологических условий, тепло- и влагообеспеченности пород и т.п.), может вызвать процесс разрушения берега, как абразию, так и термоабразию. Например, строительство подводных переходов газопроводов в Байдарацкой губе Карского моря показало, что если средние скорости

отступления берегов до строительства на Ямальском участке за 1988–2009 гг. изменялись от 0,3 до 1,2 м/год, на Уральском – от 0,5 до 2,4 м/год, то в период активного техногенного воздействия (2009–2012 гг.) они достигли, соответственно, до 1,7 и 3,9 м/год [23]

Абразионную работу производят и приливы. Расчеты показывают, что поток энергии прилива, вносимый в береговую зону, лишь немного уступает по своей величине потоку волновой энергии. [21] Приливно-отливные движения воды вызываются гравитационным воздействием (притяжением) Луны и Солнца на вращающуюся Землю. При этом приливообразующая сила Луны из-за близости ее к Земле в 2,17 раза сильнее солнечной.

Большая часть побережий (за исключением внутренних морей) дважды в сутки затопляется и осушается в результате приливов и отливов. На побережьях разных морей и океанов обычная их скорость колеблется от 3–4 до 10–18 км/ч, а высота подъема – от нескольких сантиметров до первых метров [20]; в открытом океане высота прилива до 0,5 м [9]. В суживающихся к вершине заливах при прохождении приливной волны нередко наблюдается резкое возрастание ее высоты. Самый высокий прилив наблюдается в заливе Фанди в Атлантическом океане, он составляет 18 м.

Наиболее высокий прилив происходит два раза в месяц в сизигии (от греч. *syzygia* – сопряжение) – это периоды, когда Луна и Солнце находятся на одной линии с Землей и их силы тяготения складываются. Самые низкие приливы – когда орбиты Луны и Солнца находятся в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Высший уровень во время прилива называется полной водой, а низший – малой водой.

2.3 Абразия на Красноярском водохранилище

Абразии подвержены не только морские берега, но еще и берега крупных озер (например, оз. Байкал) и водохранилищ (например, Братское, Красноярское и др.).

В настоящее время в России, по разным данным, насчитывается 2 260– 2 290 водохранилищ объемом свыше 1 млн м³, 30 000 малых водохранилищ и прудов [16]. Это повлекло за собой преобразование ландшафтов бассейнов рек и естественных озер на площади более 700 тыс. км² и затронуло социально-экономическую инфраструктуру территорий общей площадью до 1,5 млн км². В ряду факторов, обусловивших столь масштабные изменения, исключительно важное значение имеет разрушение берегов водохранилищ. Суммарный периметр лишь крупных искусственных водоемов нашей страны оценивается в 64100 км, и ущерб только от потери земель ежегодно составляет 86000000 долларов США (Бурова, 1998).

В табл. 5 дана характеристика переработки берегов ряда крупных водохранилищ.

Таблица 5 - Характеристика переработки берегов ряда крупных водохранилищ[16]

Название водохранилища и местоположение	Площадь, км ²	Максимальное колебание уровня, м	Протяженность		Интенсивность	
			Береговой линии	Разрушаемых берегов	м/год	га/год
<i>Братское</i> , Иркутская обл., УстьОрдынский Бурятский автономный округ	5470	10	6013	2056	0,8	64,4
<i>Верхне-Свирское</i> , Вологодская обл., Республика Карелия, Ленинградская обл.	9945	2				
<i>Вилюйское</i> , Иркутская обл., республика Саха	2170	8				
<i>Камское</i> , Пермский край	1915	7,5	1166	591	0,2	0,9
<i>Колымское</i> , Магаданская обл.	441	18				
<i>Красноярское</i> , Красноярский край, Республика Хакасия	2000	18	1435	1110	0,7	7,7
<i>Куйбышевское</i> , Республика Татарстан, Ульяновская обл., Республика Чувашия	5900	3				
<i>Новосибирское</i> , Новосибирская обл.	1070	-	520	275	0,9	4,7

На водохранилищах образуются высокие ветровые волны - до 40 м. Особенно высоки скорости абразии в первый год существования водохранилища, они достигают 60 - 100 м. Например, на Братском водохранилище у пос. Артумей берег за 5 лет отступил на 759 м: до 435 м за год и до 150 м за сутки. За первые 10 лет существования средняя скорость абразии берегов варьирует в интервале 3-20 м/год (Курбатова и др., 1997).

2.3.1 Общие сведения

Красноярское водохранилище речного типа относится по объему воды (73,3 км³) к крупнейшим водохранилищам [28]. Протяженность его береговой линии 2560 км, амплитуда колебания — 18 м [29].

После ввода водохранилища в эксплуатацию прошло уже несколько десятилетий, период заполнения пришелся на 1967–1970 гг. Создание крупного водоема на территории Сибири в сложных инженерно-геологических условиях привело к масштабным трансформациям геологической среды, которые происходят с момента заполнения водохранилища по настоящее время. Реакция среды на стремительное преобразование естественного геолого-геоморфологического пространства выразилась в возникновении и активизации экзогенных геологических процессов (ЭГП), которые продолжаются и на современном этапе эксплуатации водоема. В зависимости от сочетания природных условий и техногенных факторов ЭГП приобретают различную динамику, масштабы, механизмы и формы проявления. Особенно активно они развиваются в береговой зоне эксплуатируемого искусственного водоема.

Длительный этап промышленной эксплуатации технического объекта сопровождается не столь масштабными проявлениями береговых процессов, однако он характеризуется устойчиво сохраняющейся динамикой развития ЭГП, обозначившихся в первые годы. Более того, несмотря на уменьшение скорости переработки, отмечается увеличение доли размываемых берегов [30, 31]. Поэтому своевременная и объективная оценка состояния береговых массивов водохранилища на современном этапе необходима для дальнейшего анализа направленности трансформации геологической среды в целях устойчивого и рационального природопользования, а также для принятия эффективных управленческих решений.

2.3.2 Современные экзогенные процессы, протекающие по берегам Красноярского водохранилища

При строительстве Красноярской ГЭС и наполнении водохранилища произошла трансформация природных условий, в результате чего сформировалась особая, отличная от исходной, инженерно-геологическая обстановка. В региональном плане стали превалировать природные явления, связанные с перестройкой геолого-геоморфологических условий на территориях, прилегающих к водохранилищу. Среди основных региональных ЭГП преобладает абразия — техногенно приобретенный процесс, не свойственный ранее данной территории, возникший после создания водохранилища.

Другие типы процессов — выветривание, эрозия, карст, суффозия, оползни, обвалы, осыпи — представляют собой унаследованные, развивавшиеся в исследуемом районе с определенной динамикой и до создания водохранилища.

Абразионный процесс — самый распространенный на берегах водохранилищ. В разной степени размыву подвержены берега основной акватории Красноярского водохранилища, средние и нижние (устьевые) части крупных заливов (рис. 9).

Абразия наблюдается на большей части береговой линии, процесс переработки происходит как в рыхлых, так и в коренных породах. В первую очередь на величину размыва влияют состав и свойства пород берегового массива. Максимальной абразии подвержены рыхлые четвертичные образования. Так, на участке Куртак, сложенном легким суглинком, за период с 1967 по 1990 г. размыв берега составил 462 м [34]. Учитывая амплитуду колебаний уровня Красноярского водохранилища и его уровень на момент наблюдений (от 236,76 м 14.06.2013 г. до 239,24 м 26.06.2013 г.), динамика процесса переработки на участке не характеризуется снижением. Высота образующегося при активном абразионном размыве вертикального уступа — клифа — изменяется от нескольких десятков сантиметров до 35 м. На других участках, сложенных рыхлым материалом, при таком режиме формируются вторичные абразионные уступы с максимальной высотой около 2 м. Развитие вторичного уступа происходит в осушенных аккумулятивных формах, образовавшихся при более высоком уровне воды. При последующем повышении уровня процесс переработки как подводной, так и надводной части склона продолжится.

В облике профиля типично абразионного берега всегда отмечается активный клиф, пляжи различной ширины, довольно узкие отмели и прислоненные подводные аккумулятивные террасы. На некоторых участках размывы образуют волноприбойные ниши и сопровождаются активизацией гравитационных процессов.



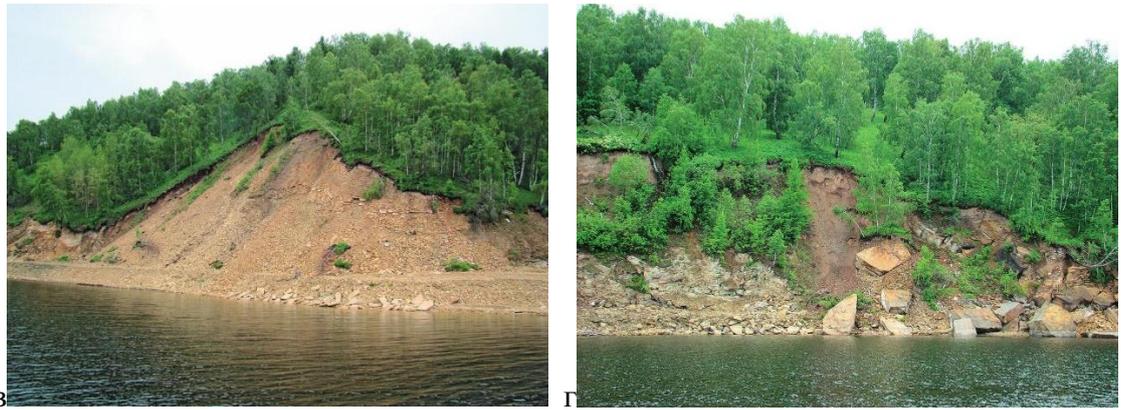


Рисунок 9 - Абразионные берега Красноярского водохранилища. [36]

а — не размываемые; б — абразионные; в — абразионно-осыпные; г — абразионно-обвальные.

Береговые склоны, развивающиеся в коренных отложениях, представленных магматическими, метаморфическими и осадочными породами с высокими показателями прочности, практически не размываемы. Берега сохраняют унаследованные очертания структурно-тектонических элементов: плоскостей трещиноватости, разломной тектоники, зон дробления и т. д. Устойчивость в клифе этих горных пород определяется степенью их метаморфизма, литификации и раздробленности. Интенсивная раздробленность массива, трещиноватые зоны, контакты пород разного состава уменьшают устойчивость склона и повышают склонность к потенциальному разрушению. На таких участках происходит дополнительная деформация клифа за счет осыпей и обвалов. По классификации Ю. Д. Шуйского и Г. А. Семионовой [35], основанной на степени сопротивляемости пород абразии, например, кристаллические сланцы и мраморы относятся к I–II классам с возможной скоростью абразии клифа до 1 см/год.

Карстовый процесс. Карстовые явления широко представлены в северной части Красноярского водохранилища, в заливе Бирюса, где распространены карстующиеся горные породы — известняки и доломиты кембрия. Формирование карстового рельефа здесь обусловлено унаследованными от прежних геологических эпох формами. На берегах встречаются гроты, пещеры, ниши, каверны и т. д. — следы некогда активного карстового процесса. Непосредственно в зоне воздействия вод водохранилища расположен ряд карстовых пещер, частично затопленных, которые приурочены к единой региональной системе трещиноватости. В районе крупных карстовых полостей отмечены трещинные зоны с разгрузкой вод, вертикальные сифоны и каверны. Купольные своды полостей отражают напорный генезис образования карстовых форм. Массивы интенсивно обводнены, обнаженные склоны «сочатся», происходит разгрузка поверхностных вод, отдельные трещины «залечены» кальцитом, встречаются единичные натечные формы.

Высота свода в одной из карстовых пещер залива Бирюса достигает 7 м. Вход в пещеру частично затоплен, далее карстовые полости и ходы разветвляются. Измеренная ширина проникновения одного из карстовых ходов в глубь массива достигала 42 м, дальше наблюдалась ледяная пробка; глубина — около 14 м. Карстовые ходы покрыты ледяными сталактитами и сталагмитами, в отдельных местах обнаружены колонны льда.

Современная активность карбонатного карста (доломиты, известняки) незначительна. Циклические колебания уровня воды (повышение и снижение, попеременное осушение–обводнение) способствуют активизации и развитию карстового процесса в глубине горного массива. В итоге присутствие унаследованного карста с хорошо разработанными трещинами и наличием ходов, кавернозность массива, его пустотность представляют природную опасность данной территории, что следует учитывать при освоении и последующем использовании закарстованных массивов побережья.

Гравитационные процессы. Оползневые процессы на берегах Красноярского водохранилища распространены локально, развиваются как в рыхлых отложениях, так и в коренных породах. Активизация оползней на берегах Красноярского водохранилища вызвана глобальной перестройкой геолого-геоморфологических, гидрогеологических условий прилегающих массивов и непрерывно действующим техногенным фактором — эксплуатационными колебаниями уровня воды в водохранилище. Механическая абразионная подрезка склона, попеременное увлажнение–осушение, физико-химическое разупрочнение горных пород — в совокупности все эти факторы приводят к формированию ослабленных зон, где зарождаются плоскости смещения и генерируется механизм оползневых деформаций. Оползи, обычно имеют более широкое распространение в четвертичных отложениях, чем в коренных. Их размеры, формы и механизмы различны: от небольших одиночных цирков до крупных ступенчатых деформаций протяженностью несколько сотен метров. На берегах водохранилища отмечены разные виды оползней: оползни-потоки переувлажненного материала, оползни соскальзывания, срывы, осовы, оползни отседания. На некоторых участках смещение рыхлых грунтов происходит по наклонной кровле коренных пород.

Типичным примером оползней, развивающихся в рыхлых отложениях — супесях и суглинках, служит участок побережья в районе залива Толгат. Деформации представляют собой ряд оползневых ступеней площадью 100 тыс. м² на побережье основной акватории водохранилища общей протяженностью более 700 м. Склон залесен, высота около 50 м, уклон достигает 60°. По склону закалываются и смещаются оползневые блоки шириной 30 м, протяженностью до 200 м со следующими признаками активного развития:

дерновый покров на многих участках разорван трещинами, видны ступенчатость, бугристость, наплывины и другие микроформы оползневого рельефа. В районе залива Ижуй (пос. Куртак) в суглинках и супесях оползневым деформациям подвержены два участка протяженностью 364 и 286 м соответственно, захват в глубь склона чуть более 100 м (рис. 10, а).

Породы осадочного генезиса представляют собой среду развития оползневых деформаций в коренных породах. В районе залива Тесь наблюдается блочный оползень медленной глубинной ползучести (см. рис. 10, б). Среду его развития составляют переслаивающиеся известняки, песчаники и алевролиты. Протяженность уступа около 400 м, высота достигает 40 м. Блоки коренных пород шириной 8–15 м медленно отседают и смещаются в сторону водохранилища. На дневной поверхности образуются рвы шириной до 2,5 м и глубиной до 8 м. В настоящее время оползневые процессы на Красноярском водохранилище находятся в стадии активного развития.



Рисунок 10 - Оползни на берегах Красноярского водохранилища. а — в рыхлых породах залива Ижуй; б — в коренных породах залива Тесь. [36]

Достаточно частое явление по берегам Красноярского водохранилища – это осыпи и обвалы, образующиеся на крутых обнаженных уступах как в коренных и рыхлых породах. Обвално-осыпной материал в основном состоит из щебнисто-глыбовой массы, в которой отдельные блоки могут достигать более 1 м в поперечнике. Крутизна шлейфов и конусов осыпных накоплений составляет $32\text{--}33^\circ$ для песчаных, $32\text{--}36^\circ$ для мелкощебнистых и $38\text{--}40^\circ$ для крупнощебнистых осыпей [32]. Волновая деятельность приводит к подмыву основания осыпей и, как следствие, к потере их устойчивости. В результате осыпания оголяется верхняя часть массива, открывая агентам выветривания доступ к проникновению в горные породы и способствуя его дальнейшему разрушению. В смещения могут быть вовлечены сот ни кубических метров рыхлого материала.

Одним из примеров развития осыпей на берегах Красноярского водохранилища является участок в районе горы Дорошкеево (см. рис. 11). Склон высотой 120 м сложен переслаивающимися песчаниками, алевролитами, известняками и мергелями

каменноугольного возраста. Крупная действующая осыпь протяженностью около 180 м перекрывает склон на высоту 70–80 м, уклон 42–45°. Осыпь постоянно обновляется, на поверхности зафиксированы свежие «прочесы», крупные лотки глубиной до 1 м и шириной до 1,5 м. Материал осыпи не закреплен, подвижен, по размеру варьирует от песчаного заполнителя до щебнистого (0,2 × 0,15 м). Пляж отсутствует, основание конусов осыпных накоплений перерабатывается водами водохранилища.

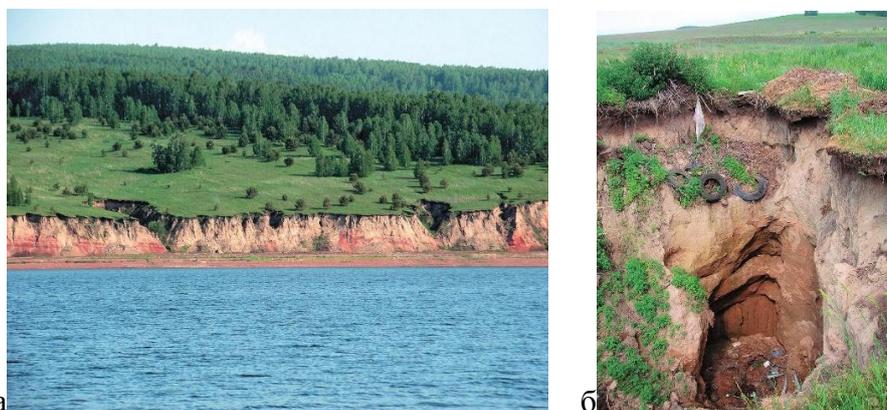


Рисунок 11 - Эрозия на берегах Красноярского водохранилища. а — эрозионные формы в береговой зоне; б — овраг. [36]

Эрозионными и суффозионно-просадочными процессами подвержены в основном прибрежные территории центральной и южной частей водохранилища и заливов (рис. 11), в местах значительных толщ покровных отложений кайнозойского возраста, достигающих, иногда, 40м. В большинстве случаев это песчано-глинистые грунты со значительной примесью лёссов элювиально-делювиального и озерно-аллювиального генезиса. Грунты преимущественно макропористые, пылеватые, проявляют просадочные свойства и довольно высокую размываемость водой. Формирование оврагов происходит в прибрежной зоне. Активные овраги достигают длины 170 м, ширины около 30 м, глубины более 10 м, большинство форм осложнено просадочными процессами, из-за чего эрозионные образования имеют округлые вершины.

Суффозионно-просадочные процессы развиваются при концентрации поверхностных вод, а также вследствие эксплуатационных изменений уровня воды в Красноярском водохранилище. Изменение гравитационного потока подземных вод способствует суффозионному выносу песчаного материала с формированием на поверхности воронок диаметром до 50 м [33]. В 2013 г. в районе устья залива Сыда в облессованных суглинках были зафиксированы воронки глубиной от 2,4 до 8 м и диаметром от первых метров до 35 м.

Эоловый процесс. Современные эоловые формы рельефа обнаружены на правобережье южной части основной акватории Красноярского водохранилища.

Современной деятельностью эоловых процессов затронуты песчаные массивы речных террас, которые при наполнении водоема оказались частично затоплены. При снижении уровня воды в водохранилище до низких проектных отметок песчаные массивы осушаются, и слагающий их материал приобретает способность к перемещению под воздействием ветров. Пески с широкой осушенной отмели выносятся на пляж, создавая специфические эоловые формы: эоловые подушки, отдельные гряды, небольшие дюны до 1,5 м. Современные эоловые процессы имеют локальное распространение и не угрожают захватом прилегающим территориям: поставка материала ограничена зоной осушки и скорость потока ветра затухает в пределах пляжной зоны. Отдельные участки искусственно закреплены растительными насаждениями.

Аккумулятивный процесс. Аккумулятивные берега, в формировании которых участвуют процессы волновой природы и (или) флювиальные процессы, не имеют широкого распространения в зоне Красноярского водохранилища. Только на нескольких небольших участках отмечены такие аккумулятивные формы рельефа, как банки, подводные валы, пляжи, косы и пересыпи. В устьях рек с конусами выноса зафиксирован аккумулятивно-эрозионный тип берега, где происходит чередование аккумулятивных форм с конусами выноса речной эрозии.

2.3.3 Основные выводы

Значительная часть берегов основной акватории и крупных заливов подвержена интенсивной абразионной переработке, что сопровождается развитием сопутствующих ЭГП. Экзогенные геологические процессы характеризуются достаточно высокой активностью на современном этапе формирования береговой линии, проявляясь в виде обновленных абразионных уступов, просадок в основании клифа, возникновения и развития крупных оползней, обвалов, осыпей и др.

Как и на других естественных и искусственных водоемах, на Красноярском водохранилище наиболее интенсивно разрушаются берега, сложенные рыхлыми отложениями и слабосцементированными горными породами. Это касается как собственно абразионных берегов, в частности сложенных выветрелыми коренными породами, так и берегов с размывом продуктов развития склоновых процессов (оползней, осыпей, обвалов). Установлено, что абразия превалирует в группе процессов волнового характера. Берега, состоящие из облессованных супесей и суглинков, кроме слабой устойчивости к абразии, подвержены развитию эрозионных и суффозионно-просадочных процессов.

На берегах Красноярского водохранилища широко распространены оползневые процессы. Оползни находятся в разной степени активности и на разных стадиях подготовки и реализации процесса. Зафиксированы оползневые участки в стабилизированном состоянии, участки древних оползней. На изучаемой территории встречаются оползни разных типов и видов, которые захватывают различные по объему массы грунта, а так же оползни, поражающие деформациями значительные площади. На особо опасных участках, подверженных оползням, ведутся мониторинговые наблюдения за динамикой процесса и состоянием берегового склона.

В процессе анализа территории и развития экзогенных процессов по берегам Красноярского водохранилища выделены современные процессы, наиболее активно развивающиеся в настоящих условиях: абразия, оползни и эрозия. Вследствие совместного проявления экзогенных процессов в береговой зоне продолжается перестройка берегового склона, переформирование подводной аккумулятивной трассы, снос рыхлого материала в водоем и накопление донных осадков.

На современном этапе развития берега Красноярского водохранилища по-прежнему находятся в неустойчивом состоянии. За более чем 40-летний период существования водоема береговые зоны не пришли в стабильное состояние, причиной чего являются применяемые эксплуатационные колебания уровня воды водохранилища в годовом и многолетнем плане.

2.4 Формы проявления в рельефе

Процессы абразии определяют формы рельефа в зоне взаимодействия суши и моря (рис. 12, а). Со стороны суши к берегу моря примыкает современный береговой уступ, или клиф (1), в его основании располагаются волноприбойная ниша (2) и пляж (3). На пляже выделяется узкая полоса переменной ширины, сложенная гравием, галькой и более крупным обломочным материалом. Эта полоса образуется под действием волноприбоя, во время последнего и приливов она обычно покрывается водой. Под водой выделяется абразионная отмель (4) – бенч – абразионный подводный склон, сложенный коренными породами либо покрытый грубообломочным материалом; кроме того, имеет место подводная прислоненная аккумулятивная отмель (5).

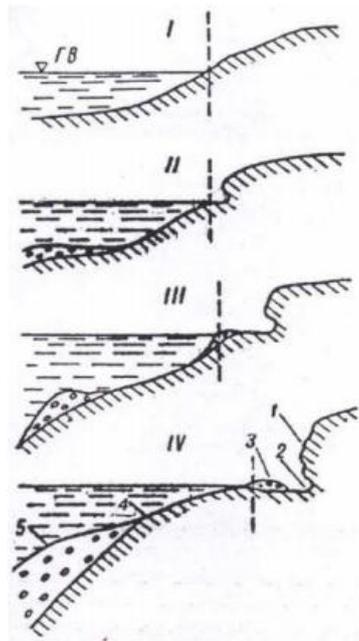


Рисунок 12, а - Стадии (I-IV) формирования абразионного берега (По Зенковичу, 1962)



Рисунок 12, б - Элементы термоабразионного берега (о. Маастах): 1 - термоабразионный клиф, сложенный жильным льдом; 2 – ниша вытаивания; 3 – ледяной бенч, 4 – глыбы торфа, свалившиеся бровки клифа; 5 – береговой вал из продуктов термоабразии (Каплин и др., 1991)

По подсчетам, проведенным Г.А. Сафьяновым, ежегодно в океан поступает около 1 млрд т материала абразионного происхождения, что во много раз меньше, чем количество материала, приносимого в твердом стоке рек [16].

Рисунок 13 - Типы прибрежных приливных морей (по О. К. Леонтьеву, Л. Г. Никифорову, Г. А. Сафьянову, Макаровой и др., 2007):

А, Б – отмельные, В, Г, Д – приглубые; 1 – илистые наносы, 2 -песчаные наносы, 3 – гравийно-галечные наносы, 4 – коренные породы, 5 – маршевые луга.

На побережьях приливных морей рельеф несколько иной, так как в результате приливов и отливов на побережьях образуются аккумулятивные формы – осушки или ватта (прибрежные отмели). На отмельных берегах осушка сложена ритмично слоистым

песчано-илистым материалом, иногда представляющим зыбучий грунт: во время приливов отлагается песок, во время отливов – ил. С течением времени поверхность осушки приподнимается, и она начинает заливаться только во время высоких сизигийных приливов, превращаясь в марши (от нем. Marsch – низкое место) – низменные, покрытые лугами или болотистые берега. Осушки и марши часто разделены береговым валом (рис. 13).

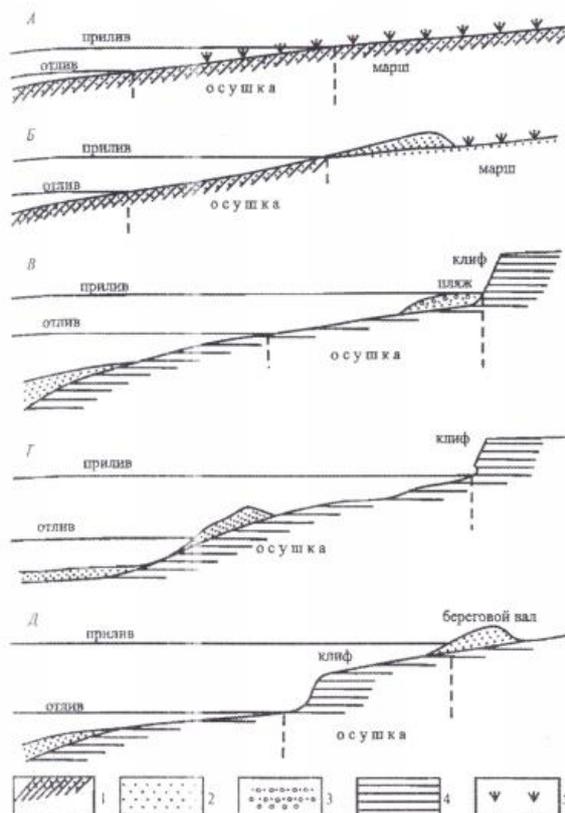


Рисунок 13 - Типы прибрежных приливных морей (по О. К. Леонтьеву, Л. Г. Никифорову, Г. А. Сафьянову, Макаровой и др., 2007):

А, Б – отмели, В, Г, Д – приглубые; 1 – илистые наносы, 2 -песчаные наносы, 3 – гравийно-галечные наносы, 4 – коренные породы, 5 – маршевые луга.

На побережьях приливных морей местами развиты зыбучие пески – весьма опасное явление. Их возникновение объясняется следующим образом [37]:

1 – скопление тонкозернистых песков;
 2 – регулярное поднятие уровня воды в песках, взмучивающее песчинки. Эту роль выполняют приливные волны;

3 – необходимо, чтобы мелкозернистые пески были защищены от прямого поступления приливных волн выступами твердых пород или песчаными косами. Вода, поступающая во время прилива в такой массив из недр песка, как бы приподнимает его своим давлением и взвешивает. Такое поступление воды снизу вверх и вызывает

«странные» явления на поверхности этих песков: «пространство зыбучих песков морщится и дрожит» (с. 50);

4 – в песках содержатся также илистые и глинистые частицы, придающие пескам буроватую окраску. Присутствие тонких частиц – еще один действующий фактор: они уменьшают водопроницаемость песков, это объясняет важный факт, что во время отлива, когда уровень воды в море становится значительно ниже, чем в зыбучих песках, вода в них в большей степени сохраняется. Расположение песчинок в зыбучих песках из-за особых условий рыхлое, они располагаются в виде неустойчивых нагромождений, в отличие от обычных песков, характеризующихся разной плотностью.

При попадании на поверхность зыбучего песка какого-либо тяжелого предмета происходит разрушение структурных рыхлых нагромождений песчинок, и освобождающиеся зерна перемещаются под действием силы тяжести в глубину массива. Десятки, сотни тысяч одновременно перемещающихся в глубь массива песчинок захватывают тяжелый предмет и засасывают его. В этом случае действуют две силы: собственная тяжесть предмета и вес перемещающихся в глубь зыбучих песков песчинок. Извлечь засасываемый предмет из «объятий» зыбучего песка очень трудно: нужно приложить большую силу, во много раз превышающую его вес. Зыбучие пески на побережьях морей не раз описывали английские романисты.

2.5 Экологические последствия

Экологические последствия. Как правило, абразия не представляет непосредственной угрозы для жизни человека, но, изменяя ландшафт, оказывает влияние на условия человеческой жизнедеятельности. Построенные на значительном удалении от берега здания и сооружения (маяки, склады) через десяток лет попадают в зону опасности и требуют переноса. Это значительно усложняет решение целого ряда задач, связанных с созданием, например, на побережье п-ова Ямал комплекса по хранению и транспортировке газа (морские порты, терминалы, трубопроводы и т.д.).

Абразия является локальным фактором изменения качества ресурса геологического пространства, особо значимого в курортных зонах побережья южных морей. Переработка берегов водохранилищ приводит к активизации опасных склоновых, карстово-суффозионных процессов, заболачиванию берегов (Рыбинское водохранилище), развитию просадочных явлений в лессовых породах (Цимлянское водохранилище) и др. Велики размеры подтапливаемой территории, создающейся за счет подпора водохранилищем горизонтов грунтовых вод. Зоны подтопления по своим размерам нередко приближаются к самим водохранилищам. Так, площадь подтапливаемой территории в районе

Новосибирского водохранилища составила более 1 000 км², а площадь самого водохранилища – 1 070 км². На севере с процессом термоабразии связано уничтожение небольших островов в Арктике, сложенных в подводной части сильнольдистыми породами.

Термоабразия – быстroteкущий процесс, опосредованно влияющий на комфортность проживания населения и непосредственно воздействующий на ряд островных континентальных экосистем вплоть до их полного разрушения и создания аквальных условий. Он приводит к уменьшению ресурса для расселения биоты: уменьшаются потенциальные возможности использования исчезающих пляжей, в том числе лежбищ морских млекопитающих. [25]

3 Методика геоморфологического картографирования

Согласно Н.В. Осинцевой (2004) геоморфологическое картографирование – это процесс создания геоморфологических карт. Картографирование геоморфологическое является неотъемлемой частью геоморфологических исследований, которые направлены на решение конкретных теоретических и практических задач. Непосредственное применение геоморфологических методов на практике имеет большое значение при поиске и разведке полезных ископаемых, при формировании которых ведущую роль играет рельеф. Так же результаты геоморфологических исследований могут быть полезны при поиске, например, бассейнов каменного и бурого угля, нефти и газа, золота и касситерита.

В основе создания общих геоморфологических карт лежит два способа – камеральный и полевой. Камеральное геоморфологическое картографирование представляет собой создание геоморфологических карт на основе топографических карт, уже имеющихся геоморфологических и геологических карт, аэро- и космических снимков. Производные карты, как правило, создаются камеральным способом. Так, на основе топографической карты создаются карты углов наклона и экспозиции склонов, относительных высот, густоты эрозионного расчленения и т. д. Полевое геоморфологическое картографирование, или геоморфологическая съемка, представляет собой всестороннее изучение рельефа определенного участка земной поверхности с целью составления общей геоморфологической карты требуемого масштаба. Геоморфологическая съемка может быть самостоятельной или входить в комплекс геолого-съемочных работ или каких-либо других (почвенных и т. п.) исследований. [38]

В данной работе использовались методы комплексных географических исследований, в том числе методы полевых исследований.

3.1 Методы полевых исследований.

Полевой этап геоморфологических исследований начинается с прибытия отряда на место работы. Сначала совершают рекогносцировочный (ознакомительный) объезд территории по нескольким главным направлениям. Они выбираются так, чтобы пересечь и осмотреть наиболее типичные формы рельефа, оценить на месте те физико-географические условия, в которых предстоит вести геоморфологические исследования. Рекогносцировка занимает 5—10 % полевого времени. В задачу рекогносцировки входят:

- а) предварительное общее ознакомление с районом исследования;
- б) уточнение программы работ, схемы съемочных маршрутов;
- в) уточнение легенды геоморфологической карты.

После начинается систематическое изучение территории в соответствии с масштабом и задачами работы. Основой геоморфологической съемки являются наземные маршруты и наблюдения. По охвату исследуемой территории полевыми наблюдениями различают съемку сплошную (площадную) и выборочную.

Выборочная съемка проводится методом исследования отдельных, не связанных друг с другом маршрутов или участков. Этот участок носит название эталонного. В пределах изучаемой территории выделяют несколько участков (ключей), которые детально исследуются. Участки выбирают не менее одного в каждом установленном геоморфологическом районе, и они должны отвечать следующим параметрам:

1. Участок должен иметь наиболее типичное для данного района геоморфологическое строение.

2. Участок должен находиться в легкой доступности для наземного изучения.

Детальные геоморфологические исследования на ключевых участках создают основу для ускоренной геоморфологической съемки на остальной части территории с использованием результатов дешифрирования аэроснимков. Ключевой способ применяют при мелкомасштабной съемке или когда нужно за сравнительно короткий срок осуществить сплошные исследования на большой площади.

Геоморфологические наблюдения проводятся непрерывно в течение всего маршрута и привязываются к определенным точкам маршрута - точками геоморфологических наблюдений, которые обозначаются порядковым номером. На стоянках делается полное описание маршрута с занесением точек на карту фактического материала.

По возможности точки геоморфологических наблюдений ставятся в местах естественного выхода горных пород, чтобы при описании можно было дать комплексную геоморфологическую и геологическую оценку территории.

Во время наземных маршрутов и наблюдений необходимо осуществить следующие основные виды работ.

1. Изучение элементов и форм рельефа, выяснение их генезиса. Основными элементами

рельефа равнин являются междуречные равнины и долины рек. На междуречных равнинах выделяют плакоры и склоны.

2. Изучение кайнозойских отложений проводится путем детального изучения и послонного описания обнажений. Детальность изучения кайнозойских отложений при геоморфологических исследованиях должна быть такой же, как при геологической съемке соответствующего масштаба.

3. Фотографирование и зарисовки изучаемых объектов. Фотографированию подлежат все характерные формы рельефа: надпойменные террасы, их сочленения, балки, овраги, карстовые, солифлюкционные, ледниковые, эоловые формы и др. Редкие или важные для понимания объекты необходимо зарисовать, желательно в масштабе.

4. Построение геоморфологических профилей. Этот вид работ является важным способом визуализации геоморфологической информации. Профили обязательно сопровождают геоморфологические карты. При полевых исследованиях чаще всего составляют поперечные профили через овраги, балки, речные долины.

5. Полевое дешифрирование аэрофото- и космических снимков.

6. Изучение современных экзогенных рельефообразующих процессов. На полевую карту наносят формы рельефа, созданные различными экзогенными процессами. Описываются характерные признаки этих форм, их распространение по площади. Выделяются участки развития денудационного (эрозия, плоскостной смыв, дефляция, гравитационные процессы, экзарация, солифлюкция) и аккумулятивного рельефа (речная и овражно-балочная, склоновая, эоловая, озерная и другая аккумуляция). Отдельными условными знаками на карте отмечаются все антропогенные формы рельефа. [38]

3.2 Камеральный этап.

Этот этап начинается с момента возвращения отряда с полевых работ. Проводится окончательная обработка полевых материалов, выполняются лабораторно-аналитические исследования, обобщаются все собранные геолого-геоморфологические данные, составляются окончательные варианты карт и отчета. Состав отчетных карт зависит от масштаба и целей съемки.

Во время проведения камерального этапа были построены 6 карт: 2 из которых построены на цифровой модели рельефа TIN (гипсометрическая карта и карта экспозиций склонов), геоморфологическая карта, карта крутизны склонов (на основе цифровой модели рельефа формата TIN) и карта средних уклонов морфометрии (на основе геоморфологической карты и карты крутизны склонов).

3.2.1 Создание карты Фактического материала

Карта фактического материала создается на основе космоснимка сверхвысокого разрешения (данный снимок состоит из 2 частей: Северная часть отснята 30.08.2016г, а Южная – 23.08.2016г.) на который накладывается слой «Точки наблюдения», затем точки нумеруются через «Вставка».



Рисунок 15 – Карта фактического материала

3.2.2 Создание нерегулярной триангуляционной сети (TIN).

Среди нерегулярных сеток чаще всего используется треугольная сеть неправильной формы – модель TIN (разработана в 1970 гг.). Модель TIN используется для цифрового моделирования рельефа, при этом узлам и ребрам треугольной сети соответствуют исходные и производные атрибуты цифровой модели. При построении TIN-модели дискретно расположенные точки соединяются линиями, образующими треугольники. [39]

Нерегулярная триангуляционная сеть (TIN) создается с помощью панели инструментов ArcToolbox, там выбираем «Инструменты 3D Analyst» и создаем TIN. Во всплывающем окне «Создать TIN» в выходной TIN необходимо указать свою папку, в которой будет сохранена созданная TIN. В строке «Входной класс пространственных объектов» выбираем те слои открытого документа ArcMAP, данные из которых будут использоваться при расчете TIN. Для каждого слоя указываем параметры триангуляции: поле высот, SF Type – способ использования данных слоя при расчете TIN (см. рис. 16).

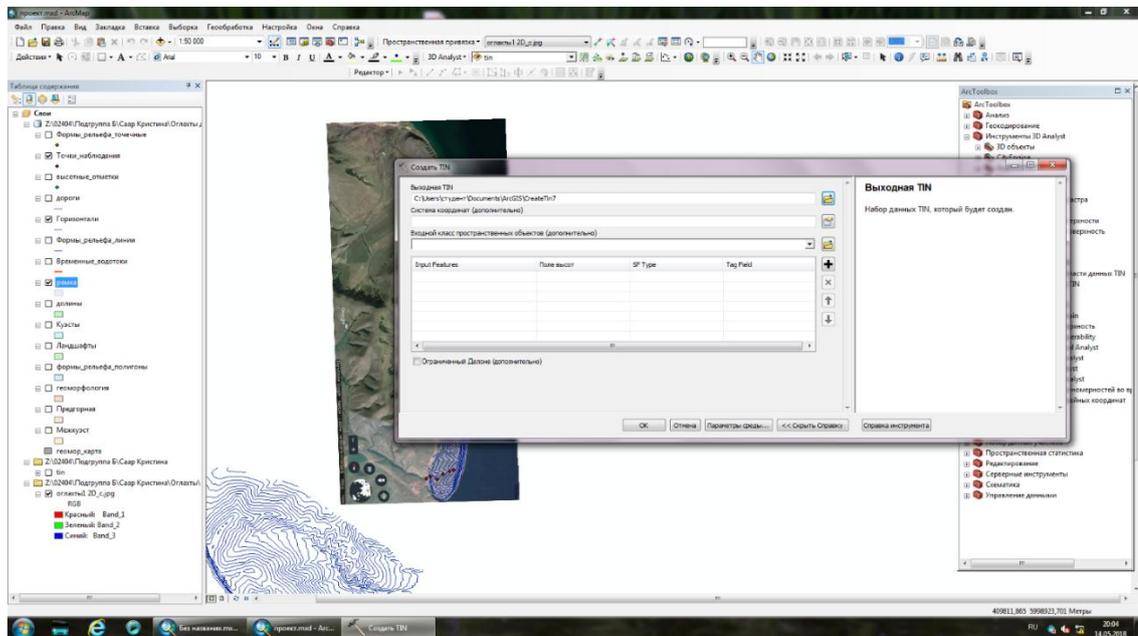


Рисунок 16 – Создание TIN

Для высотных отметок выбирает способ *Mass points* (3D точки) – из данных берутся только точки с высотой (эта опция доступна для всех типов слоёв, хорошо подходит для точечных слоёв высотных отметок);

Для горизонталей - *Soft line*;

Для временных водотоков - *Hard line*;

Hard (soft) line (резкий (нерезкий) перегиб) – данные используются как линии явного (hard) или неявного, необязательного (soft) перегиба рельефа.

Для слоя «рамка» используем *Hard clip* (отсечение) – данные используются для определения внешней границы ЦМР. [39]

После того как цифровая модель создана через свойства слоя задаем нужную классификацию. Для более наглядного отображения рельефа задаем метод классификации – заданный интервал, интервал – 20м. Далее выбираем цветовую схему и редактируем подписи к легенде. В результате в окне ArcMap будет отображена гипсометрическая карта.

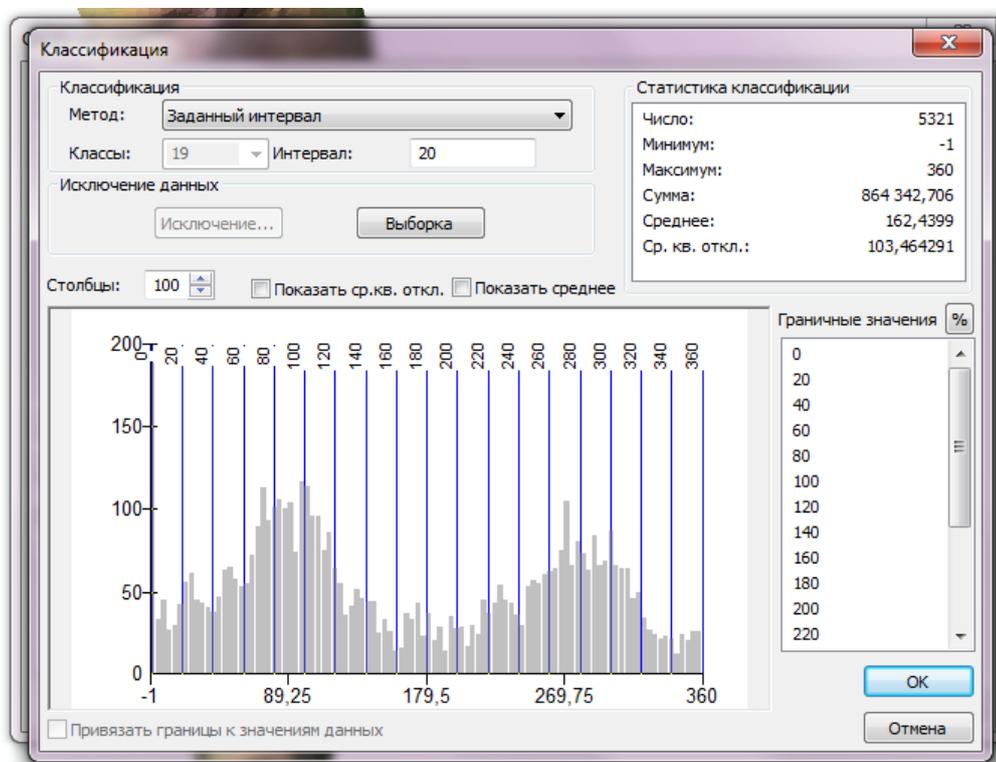


Рисунок 17 – Классификация цифровой модели рельефа

3.2.3 Создание карты экспозиции склонов.

Создается на основе гипсометрической карты. Вызываем свойства слоя TIN и в поле «Показатель» добавляем «Экспозиция градуированной цветовой схемой». (см. рис. 18а). Далее выбираем цветовую схему и корректируем подпись в легенде (см. рис. 18б).

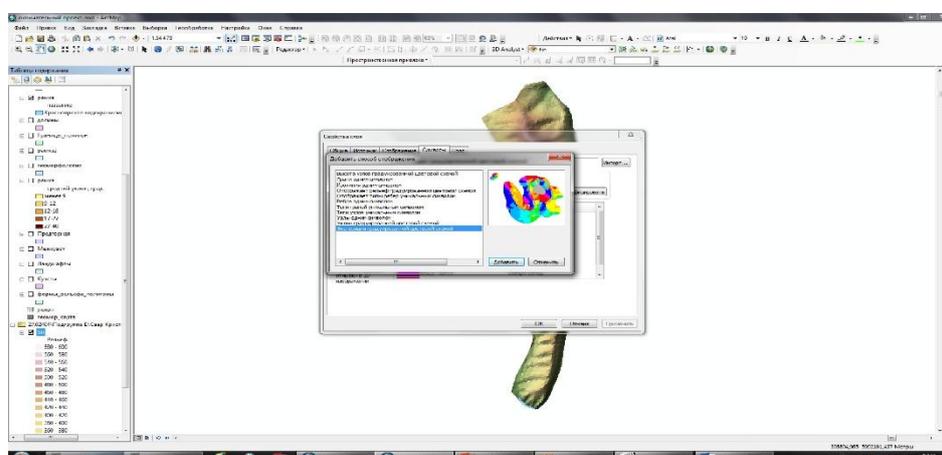


Рисунок 18а– Создание карты экспозиций склонов

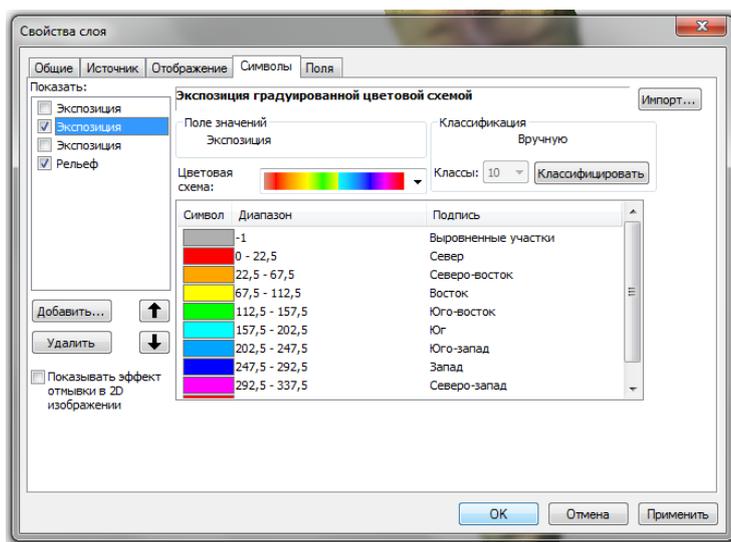


Рисунок 18б – Выбор цветовой схемы и коррекция подписей

3.2.4 Создание карты форм рельефа.

Геоморфологическая карта создается на основе уже привязанного космического снимка, слоя «Рамка». В таблице атрибутов данного слоя создаем новое поле с названием «код». В этом поле будут под цифрами указаны кода названий форм рельефа, которые будут разрезать слой «Рамка» на более мелкие формы с помощью инструмента «Редактирование».

Для того, чтобы дать название формам рельефа и задать их характеристику, создаем таблицу в ArcCatalog и добавляем ее персональную базу геоданных и связываем таблицу атрибутов слоя Рамка с новой созданной таблицей (см. рис. 19).

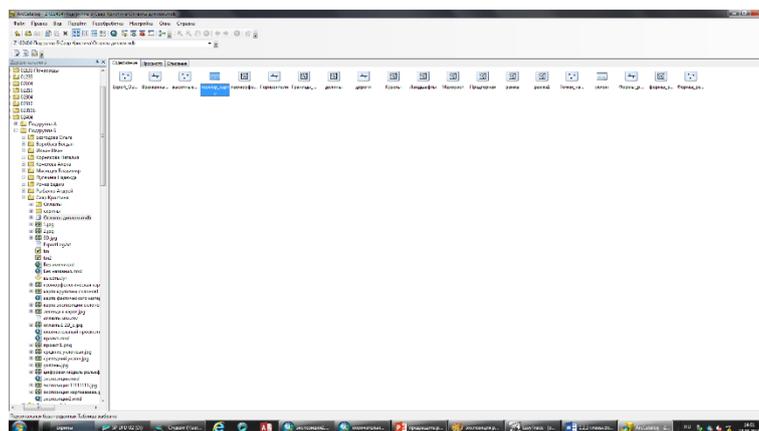


Рисунок 19 – Таблица в Персональной базе геоданных

Далее добавляем ее в проект и присваиваем каждому полю «код» уникальное название и даем характеристику (см. рис. 20а). В итоге в таблице атрибутов слоя «Рамка» напротив каждого кода появляется заданное в таблице название (см. рис. 20б).

ОБЪЕКТ	код	название
1	1	Абразионный склон левого борта долины р. Енисей
2	2	Очень крутые денудационные склоны куэстовой гряды с выходами каменноугольных пород
3	3	Крутые аккумулятивно-денудационные склоны куэстовой гряды с выходами горных пород каменноугольного возраста
4	4	Слабоаккумулятивные аккумулятивные междуровня понижения
5	5	Пологие денудационно-аккумулятивные градовые склоны, сложенные деповально-копьяльными отложениями
6	6	Пенеленизированные вершины гряд с выходами каменноугольных пород алтайской свиты
7	7	Пологонаклонные денудационно-аккумулятивные склоны долин временных водотоков
8	8	Крутые денудационные склоны гряд, сложенные деповально-солифлюкционными отложениями
9	9	Наклонные междуровневые денудационно-аккумулятивные понижения
10	10	Пологие денудационно-аккумулятивные склоны куэстовой гряды с обнажениями каменноугольных пород
11	11	Пологонаклонные аккумулятивные днища долин временных водотоков, сложенные проливально-депювальными положениями
12	12	Крутосклонные балки в междуровневых понижениях
13	13	Красноярское водохранилище

Рисунок 20а – Название форм рельефа

ШЕД	ИД	ИШЕД	КОД	ОБЪЕКТ	код	название	ОБЪЕКТ	код	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MBAR	STD	SUM
Рельеф	0	8487.439021	10061.734484	1	1	Абразионный склон левого борта долины р. Енисей	11	1	866	56900	5.62952	53.59841	47.73600	28.89530	9.71416	15172.52042
Рельеф	0	2060.199172	10061.612126	31	31	1. Обнажения водохранилища	13	13	167	97700	8.11597	49.69509	31.44610	21.47991	7.34391	268.99479
Рельеф	0	8950.995445	553052.41236	2	2	2. Очень крутые денудационные склоны куэстовой гряды с выходами каменноугольных пород	2	2	887	88700	8	71.28734	21.28734	39.72080	12.42420	34589.64209
Рельеф	0	3348.44206	309033.10021	2	2	2. Очень крутые денудационные склоны куэстовой гряды с выходами каменноугольных пород	2	2	867	86700	8	71.28734	21.28734	39.72080	12.42420	34589.64209
Рельеф	0	2130.951487	54751.69349	12	12	12. Крутосклонные балки в междуровневых понижениях	12	12	496	49600	4.443356	41.588303	27.14502	19.81064	6.81196	8618.47881
Рельеф	0	4417.887184	191490.86581	12	12	12. Крутосклонные балки в междуровневых понижениях	12	12	496	49600	4.443356	41.588303	27.14502	19.81064	6.81196	8618.47881
Рельеф	0	1815.148527	51273.81445	12	12	12. Крутосклонные балки в междуровневых понижениях	12	12	496	49600	4.443356	41.588303	27.14502	19.81064	6.81196	8618.47881
Рельеф	0	4706.828714	186442.29174	12	12	12. Крутосклонные балки в междуровневых понижениях	12	12	496	49600	4.443356	41.588303	27.14502	19.81064	6.81196	8618.47881
Рельеф	0	847.542051	1329.875622	13	13	13. Красноярское водохранилище	13	13	167	18700	8.11597	49.69509	31.44610	21.47991	7.34391	268.99479
Рельеф	0	16736.21214	36133.59596	11	11	11. Пологонаклонные аккумулятивные днища долин временных водотоков, сложенные проливально-депювальными положениями	11	11	7168	716800	8	72.11095	22.11095	16.86986	7.202187	12091.66729
Рельеф	0	447.149208	6096.148814	11	11	11. Пологонаклонные аккумулятивные днища долин временных водотоков, сложенные проливально-депювальными положениями	11	11	7168	716800	8	72.11095	22.11095	16.86986	7.202187	12091.66729
Рельеф	0	328.49998	4403.89726	11	11	11. Пологонаклонные аккумулятивные днища долин временных водотоков, сложенные проливально-депювальными положениями	11	11	7168	716800	8	72.11095	22.11095	16.86986	7.202187	12091.66729
Рельеф	0	1889.201114	54534.481234	11	11	11. Пологонаклонные аккумулятивные днища долин временных водотоков, сложенные проливально-депювальными положениями	11	11	7168	716800	8	72.11095	22.11095	16.86986	7.202187	12091.66729
Рельеф	0	16129.20889	132434.389969	7	7	7. Крутые аккумулятивно-денудационные склоны куэстовой гряды с выходами горных пород каменноугольного возраста	7	7	10371	1037100	8	75.33068	25.33068	21.47163	16.219613	31148.0
Рельеф	0	1630.93981	47712.41210	7	7	7. Крутые аккумулятивно-денудационные склоны куэстовой гряды с выходами горных пород каменноугольного возраста	7	7	2625	262500	8	34.63307	14.63307	8.82024	6.867778	2141.666475
Рельеф	0	2177.821952	10193.526172	7	7	7. Крутые аккумулятивно-денудационные склоны куэстовой гряды с выходами горных пород каменноугольного возраста	7	7	2625	262500	8	34.63307	14.63307	8.82024	6.867778	2141.666475
Рельеф	0	2181.598447	247716.861971	6	6	6. Пенеленизированные вершины гряд с выходами каменноугольных пород алтайской свиты	6	6	712	71200	5.05162	42.38416	42.26416	22.02108	5.86961	18688.87142
Рельеф	0	20459.643320	320495.644179	5	5	5. Пологие денудационно-аккумулятивные градовые склоны, сложенные деповально-копьяльными отложениями	5	5	7895	789500	8	41.13059	41.13059	17.27124	6.569714	13238.02812
Рельеф	0	1817.786628	181819.27408	12	12	12. Крутосклонные балки в междуровневых понижениях	12	12	496	49600	4.443356	41.588303	27.14502	19.81064	6.81196	8618.47881
Рельеф	0	1215.584027	58165.277253	7	7	7. Крутые аккумулятивно-денудационные склоны куэстовой гряды с выходами горных пород каменноугольного возраста	7	7	2625	262500	8	34.63307	14.63307	8.82024	6.867778	2141.666475
Рельеф	0	2790.481146	162115.593026	4	4	4. Слабоаккумулятивные аккумулятивные междуровневые понижения	4	4	8018	801800	8	25.374196	25.374196	7.796118	4.552371	42506.565415
Рельеф	0	2713.489939	329230.214948	9	9	9. Наклонные междуровневые денудационно-аккумулятивные понижения	9	9	8388	838800	8	28.889482	28.889482	12.21105	5.545417	10236.565489
Рельеф	0	2430.20488	211448.618626	4	4	4. Слабоаккумулятивные аккумулятивные междуровневые понижения	4	4	8018	801800	8	25.374196	25.374196	7.796118	4.552371	42506.565415
Рельеф	0	1180.711928	1177.429162	11	11	11. Пологонаклонные аккумулятивные днища долин временных водотоков, сложенные проливально-депювальными положениями	11	11	7168	716800	8	72.11095	22.11095	16.86986	7.202187	12091.66729
Рельеф	0	2028.887165	292877.8736	9	9	9. Наклонные междуровневые денудационно-аккумулятивные понижения	9	9	8388	838800	8	28.889482	28.889482	12.21105	5.545417	10236.565489
Рельеф	0	2086.953753	229790.60367	6	6	6. Пенеленизированные вершины гряд с выходами каменноугольных пород алтайской свиты	6	6	6306	630600	8	38.894711	38.894711	16.37595	5.843018	10563.583989
Рельеф	0	3341.129138	32113.88474	11	11	11. Пологонаклонные аккумулятивные днища долин временных водотоков, сложенные проливально-депювальными положениями	11	11	7168	716800	8	72.11095	22.11095	16.86986	7.202187	12091.66729
Рельеф	0	2311.717977	42682.879818	12	12	12. Крутосклонные балки в междуровневых понижениях	12	12	496	49600	4.443356	41.588303	27.14502	19.81064	6.81196	8618.47881
Рельеф	0	2088.891717	21053.118447	6	6	6. Пенеленизированные вершины гряд с выходами каменноугольных пород алтайской свиты	6	6	6306	630600	8	38.894711	38.894711	16.37595	5.843018	10563.583989
Рельеф	0	6339.198339	43968.188377	5	5	5. Пологие денудационно-аккумулятивные градовые склоны, сложенные деповально-копьяльными отложениями	5	5	712	71200	5.05162	42.38416	42.26416	22.02108	5.86961	18688.87142
Рельеф	0	3856.427061	259170.118329	10	10	10. Пологие денудационно-аккумулятивные склоны куэстовой гряды с обнажениями каменноугольных пород	10	10	15607	156070	8	49.348951	49.348951	17.054738	6.711987	34219.207814

Рисунок 20б – Таблица слоя «Рамка»

3.2.5 Создание GRID

Для создания GRID нужно произвести конвертацию из TIN в GRID. Это необходимо для создания карты крутизны склонов. В меню панели ArcToolbox инструментов 3D Analyst выбрать команду «Конвертировать TIN в растр». В диалоговом окне «Конвертировать TIN в растр» задать параметры конвертации.

Входная TIN -исходная модель TIN для преобразования.

Атрибут – один из показателей TIN (высота, уклон в градусах, уклон в процентах, экспозиция), который будет взят за основу создания GRID.

После задания всех параметров конвертирования в диалоговом окне «Конвертировать TIN в растр» нажать ОК. В результате в картографический документ ArcMap будет добавлен новый слой – ЦМР в формате GRID, рассчитанный на основе модели TIN (см. рис. 21).

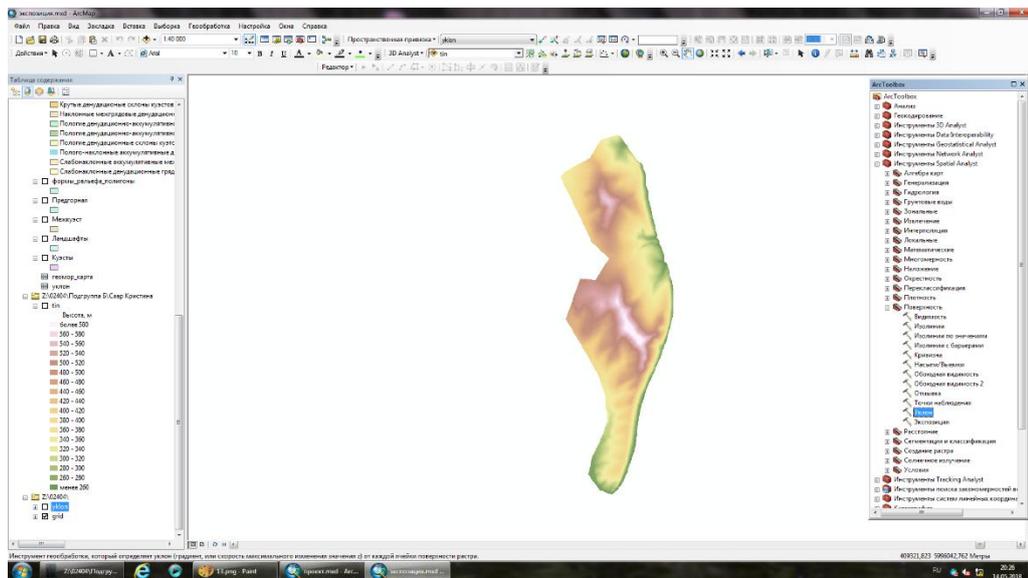
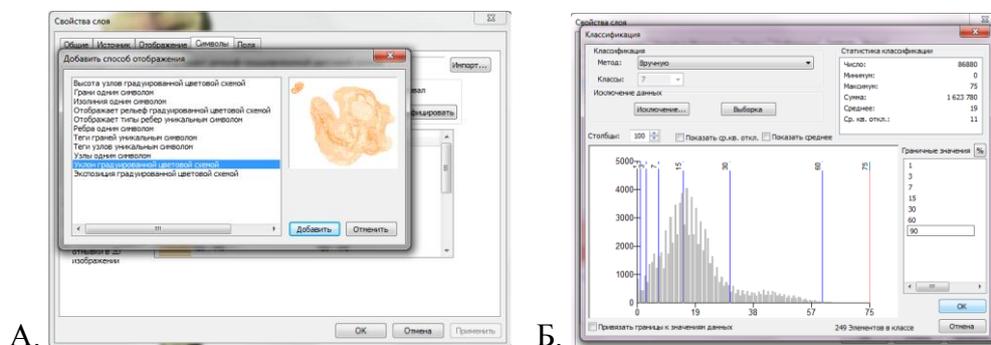


Рисунок 21 - ЦМР в формате GRID, рассчитанная на основе модели TIN.

3.2.6. Создание карты крутизны склонов.

Карта крутизны склонов строится на основе ЦМР в формате TIN. В первую очередь вызываем свойства слоя TIN и добавляем «Уклон градуированной цветовой схемой» (см. рис. 22а), далее выбираем нужную цветовую гамму, классифицируем вручную и разбиваем на 7 классов (см. рис.б). в самом конце корректируем подписи в легенде. В итоге на рабочем поле в ArcMAP создается карта крутизны склонов.



А.

Б.

Рисунок 22 – Создание карты крутизны склонов

а – уклон градуированной схемой; б – диалоговое окно «Классификация»

3.2.7. Создание карты средних уклонов типов рельефа.

Карта средних уклонов морфометрии создается на основе цифровой модели рельефа GRID и геоморфологической карты.

Для этого в первую очередь связываем таблицу атрибутов слоя карты крутизны склонов с таблицей атрибутов слоя Рамка. Это делается для того, чтобы показать средние уклоны каждой формы рельефа, выделенной в геоморфологической карте. Далее вызываем свойства слоя «Рамка» - символы, в окне «показать» выбираем количество –

градуированные цвета, а в поле «Значение» выбираем MEAN. Задаем количество классов (в данном случае - 5) и подбираем цветовую схему (см. рис. 23). Затем корректируем подписи в условных знаках (см. рис. 24).

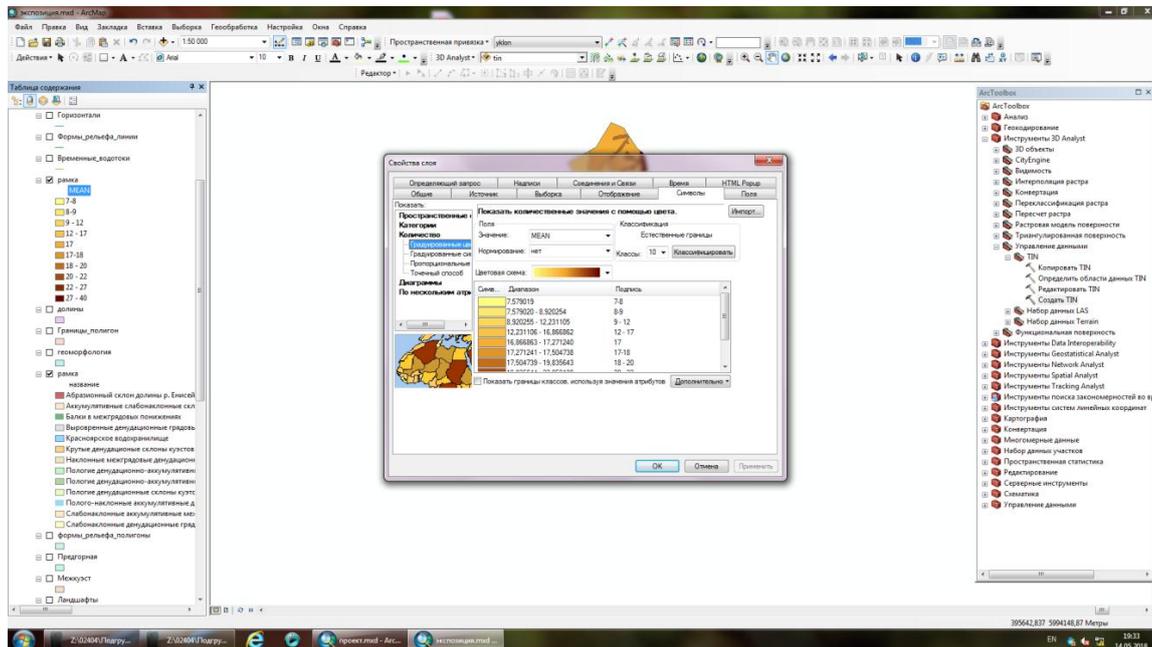


Рисунок 23 – Создание карты средних уклонов морфометрии

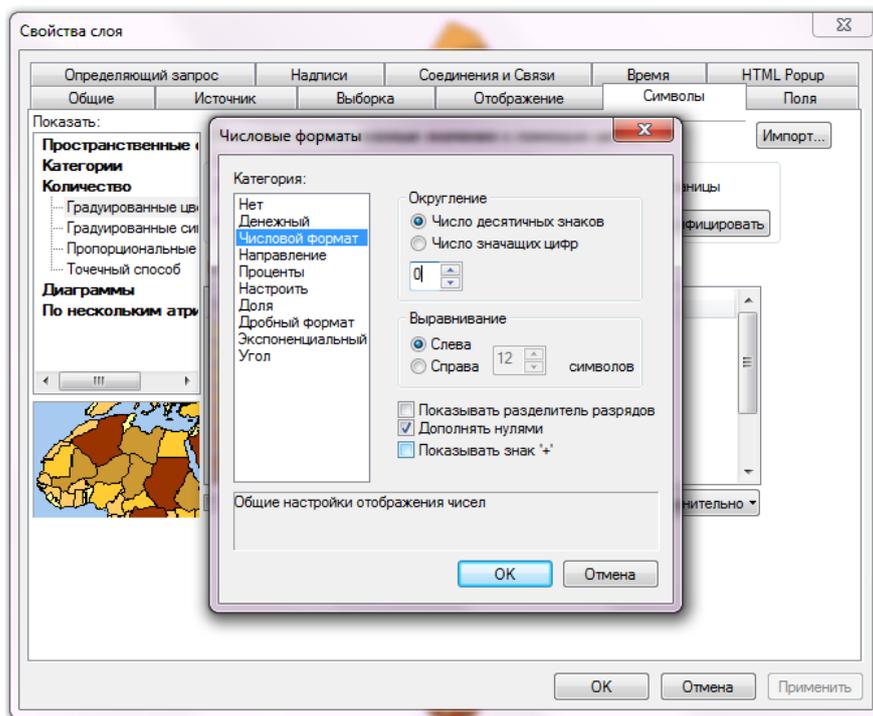


Рисунок 24 – Корректирование подписей легенды.

3.2.8. Создание 3D модели.

Создание 3D модели происходит в одном из продуктов ArcGIS – ArcScene. В первую очередь создается проект в ArcScene, куда добавляется уже привязанный космический снимок и цифровую модель рельефа.

Дважды щёлкнув на названии каждого добавленного векторного слоя, вызвать «Свойства слоя» и подобрать символы отображения слоя. Чтобы «обтянуть» модель векторными или растровыми данными какого-то слоя, надо в окне «Свойства слоя» на закладке «Базовые высоты» выбрать опцию «Получить высоты для слоя» из поверхности и укажем ту модель, которую будем «драпировать». [39]

Установить параметр Vertical Exaggeration (Вертикальное преувеличение) – коэффициент превышения вертикального масштаба над горизонтальным. (в данном случае вертикальный масштаб в 2 раза больше горизонтального), с Юго-Восточным освещением (см. рис. 25).

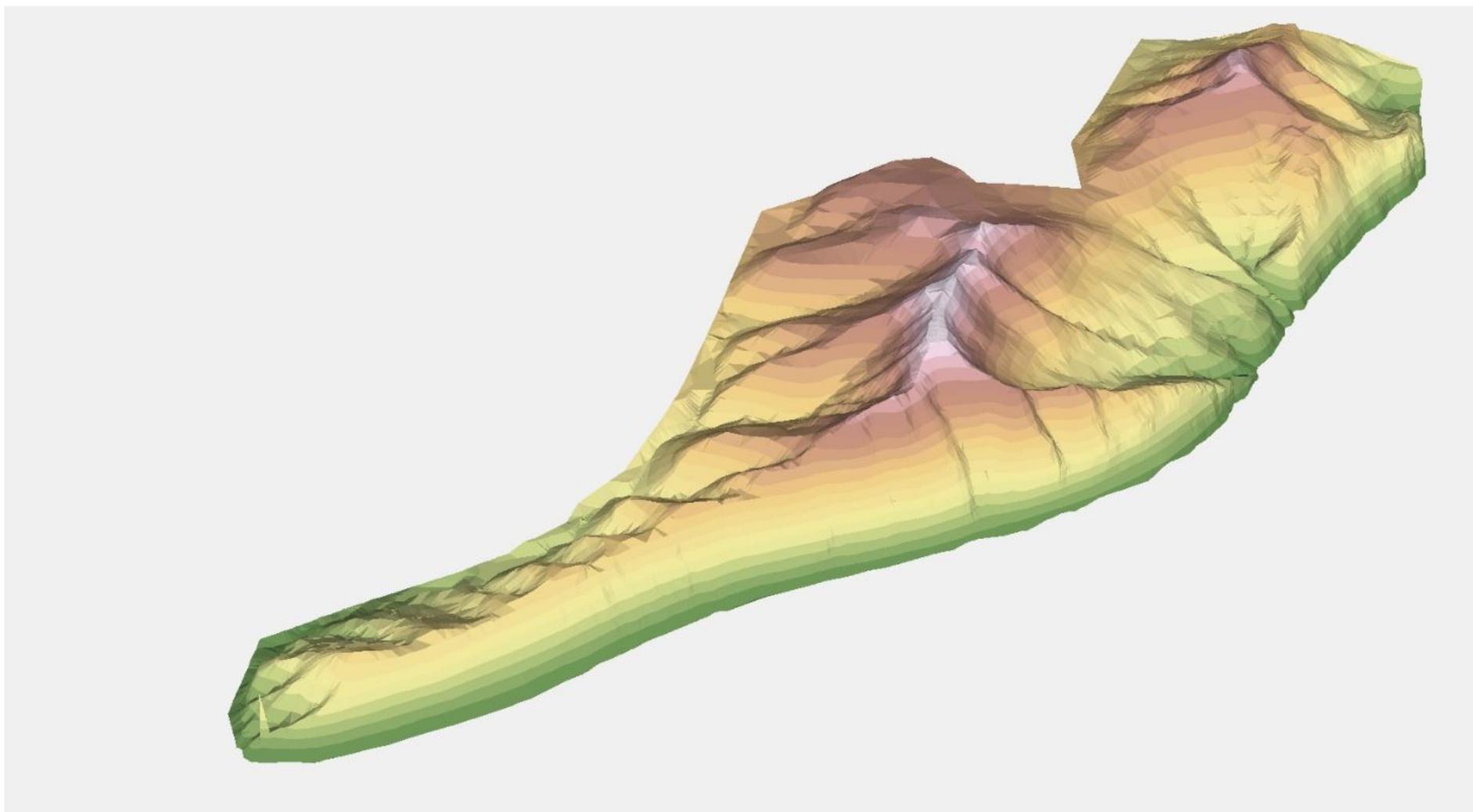


Рисунок 25 – 3D модель участка «Оглахты-1»

4 Анализ геоморфологического строения

На основе цифровой модели рельефа TIN был создан ряд крупномасштабных карт - основных показателей морфометрии: гипсометрическая карта, карта крутизны склонов и карта экспозиции склонов (см. рис. 26 – 28). Для составления сложного пространственного анализа все карты были конвертированы в растр формата GRID, представляющие собой регулярные сетки с шагом в 10м.

Анализ высот изучаемой территории производился с помощью конвертации TIN в GDID (см. табл. 6).

Таблица 6 – Анализ высот Северного участка кластера «Оглахты», выполненный на основе модели рельефа [составлена автором].

Диапазон высот	Занимаемая площадь, км ²	Доля от общей площади, (%)
Более 580	0,04	0,4
560-580	0,06	0,7
540-560	0,13	1,5
520-540	0,27	3
500-520	0,54	6,2
480-500	0,64	7,3
460-480	0,7	8
440-460	0,8	9
420-440	0,75	8,5
400-420	0,7	8
380-400	0,74	8,6
360-380	0,71	8,2
340-360	0,63	7,3
320-340	0,6	6,6
300-320	0,53	6
280-300	0,37	4,2
260-280	0,27	3,1
Менее 260	0,26	3

В процессе анализа таблицы были выявлены следующие особенности:

1. Наибольший процент (9%) от площади изучаемой территории занимают высоты в диапазоне от 440м до 460м и составляют 0,9 км². Эти высоты занимают территории, окаймляющие центральные возвышенные участки.

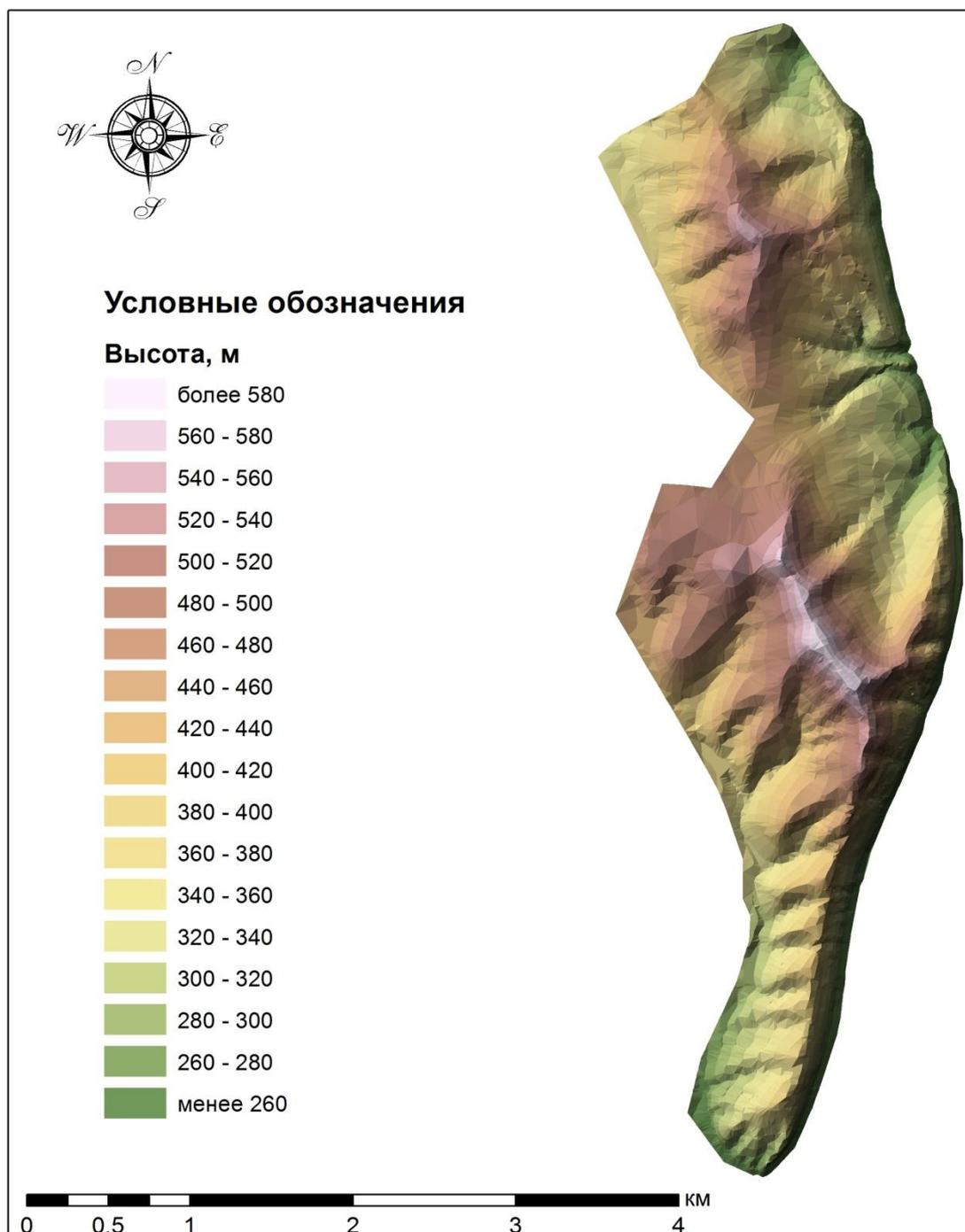


Рисунок 26 – Гипсометрическая карта северного участка кластера «Оглахты»

2. Наименьший процент (0,4%) от площади изучаемой территории занимают высоты со значениями более 580м – самые большие абсолютные высоты на данной территории. Они занимают центральное положение и составляют 0,04 км².
3. К периферии территории высоты снижаются до 260 м. и ниже и соответственно занимают 3 % площади изучаемого участка.

К центру территории абсолютные высоты повышаются и достигают своих максимальных значений (более 580 м), а процент занимаемой ими площади уменьшается. К окраинам изучаемого участка значения абсолютных высот уменьшается вместе с занимаемыми процентами от общей площади территории. Причем центральная часть севера участка имеет меньшие высоты, чем центральная часть юга (разница составляет 40 и более метров), соответственно, северная часть менее расчленена, по сравнению с южной.

Анализ карты крутизны склонов проводился так же с помощью инструмента 3D – Analyst переводом карты уклонов в растр. Результаты представлены в табл. 7.

Таблица 7 – Анализ карты крутизны склонов [составлена автором]

Угол наклона, град	Занимаемая площадь, км ²	Доля от общей площади, %
0-1	0,09	1
2-3	0,15	1,7
3-7	0,7	8,2
7-15	2,5	29,2
15-30	4	46,7
30-60	1,1	12,7
Более 60	0,02	0,3

Наибольший процент от площади участка занимают склоны с крутизной в диапазоне 15°-30°. Территориально они располагаются в центральной части «Оглахты -1» и составляют 4 км².

Склоны, крутизной более 60° имеют самую меньшую долю от общей площади (0,3%), встречаются лишь местами на восточных склонах куэстовой гряды и составляют 0,02 км².

Выровненные участки, с крутизной не более 1° располагаются, в большинстве своем, на западе изучаемого участка, но так же встречаются и на восточной части (см. рис. 27), их общая площадь составляет 0,09 км².

Карта экспозиции склонов строилась на основе цифровой модели рельефа формата TIN по восьми румбам (см. рис. 28), но анализ, как и в других морфометрических картах, проводился переводом TIN в растр. Результаты данного анализа приведены в табл. 8.

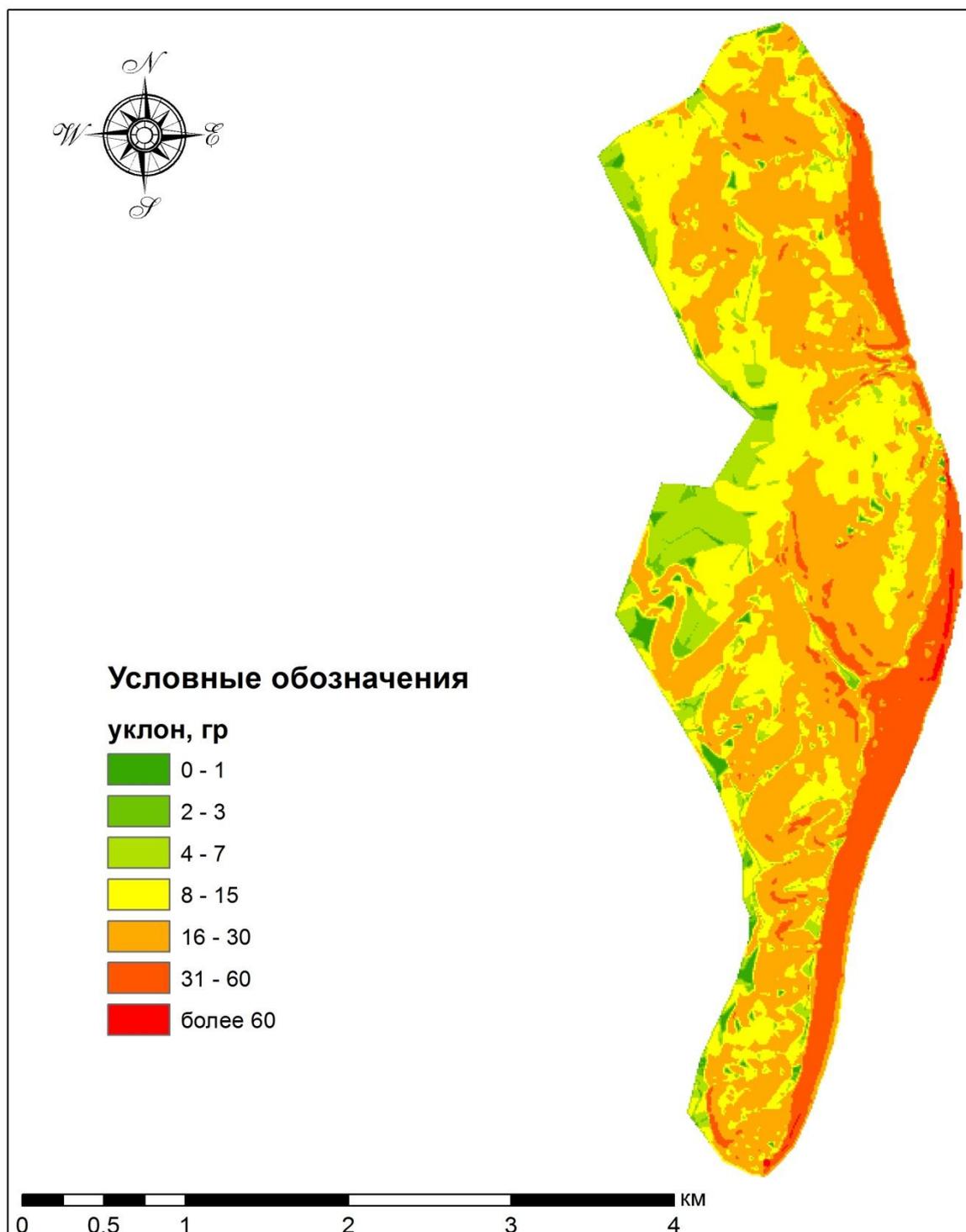


Рисунок 27 – Карта крутизны склонов северного участка кластера «Оглахты»

Таблица 8 – Анализ карты экспозиции склонов северного участка кластера «Оглахты» [составлена автором]

Экспозиция	Занимаемая площадь, км ²	Доля в общей площади, %
Выровненные участки	0,05	0,6
Север	0,37	4,3
Северо-восток	1,1	12,8
Восток	2	23,9
Юго-Восток	0,97	11,2
Юг	0,56	6,5
Юго-запад	0,84	9,7
Запад	1,5	17,2
Северо-запад	1	11,6
Север	0,2	2,2

Склоны восточной экспозиции на изучаемой территории занимают площадь в 2 км², это составляет без малого 24%. Подсчеты дают основание говорить, что склоны восточной экспозиции являются самыми распространенными на данной территории.

Самой малораспространенной экспозицией оказалась северная. Склоны этой экспозиции в сумме занимают лишь 0,2 км², это составляет 2,2% от общей площади.

Так же на территории выявлены выровненные участки (что соответствует карте крутизны склонов), встречающиеся на западных и восточных окраинах центральной части территории. В сумме они занимают 0,05 км², что составляет лишь 0,6% от общей площади участка.

Итогом всей работы стала геоморфологическая карта изучаемой территории (см. рис. 29, 30), и ее комплексный анализ, сделанный с помощью конвертации TIN в растр и подсчета средних уклонов (см. рис. 31), представлен в табл. 9.

На изучаемой территории, в процессе анализа, были выделены 12 различных форм рельефа.

Самой распространенной формой рельефа оказались крутые денудационные склоны гряд, сложенные делювиально-солифлюкционными отложениями, располагающиеся на крайнем северо-востоке и востоке изучаемой территории. Они занимают более 26 % территории и занимают 2,3 км². В пределах этой формы рельефа средний уклон поверхности составляет 17°.

Абразионный склон левого борта долины р. Енисей расположился узкой полосой на востоке исследуемого участка и занимает самую маленькую площадь из всех выделенных форм рельефа (0,1 км²), что составляет 1,15% от всей площади.

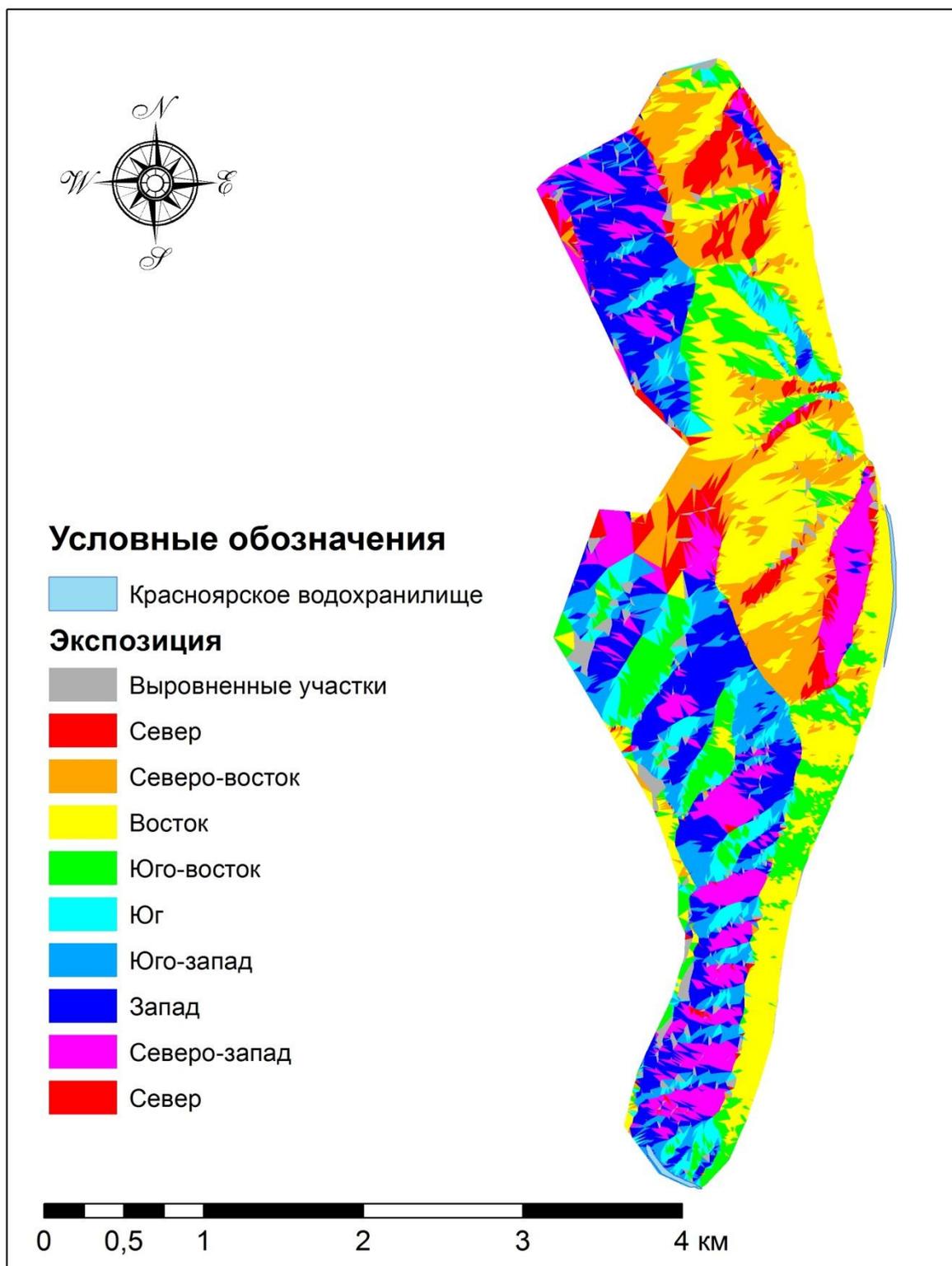


Рисунок 28 –Карта экспозиции склонов северного участка кластера «Оглахты»

Таблица 9 – Анализ геоморфологической карты северного участка кластера «Оглахты» [составлена автором]

Форма рельефа	Занимаемая площадь, км ²	Доля от общей площадь, %	Средний уклон, град
Абразионный склон левого борга долины р. Енисей	0,1	1,15	27
Крутосклонные балки в межрядовых понижениях	0,6	6,8	20
Крутые аккумулятивно-денудационные склоны куэстовой гряды с выходами пород каменноугольного возраста	1,23	14,1	21
Крутые денудационные склоны гряд, сложенные делювиально-солифлюкционными отложениями	2,3	26,3	17
Слабонаклонные денудационно-аккумулятивные межрядовые понижения	1,1	12,6	12
Очень крутые денудационные склоны куэстовой гряды с выходами каменноугольных пород	0,8	9	40
Пенепленизированные вершины гряд с выходами каменноугольных пород Алтайской свиты	0,4	4,5	17
Крутые аккумулятивно-денудационные склоны гряд, сложенные делювиально-коллювиальными отложениями	0,81	9,3	22
Наклонные аккумулятивно-денудационные склоны куэстовой гряды с обнажениями каменноугольных пород	0,26	2,98	18
Крутосклонные аккумулятивно-денудационные днища долин временных водотоков, сложенные пролювиально-делювиальными отложениями	0,4	4,5	17
Пологонаклонные денудационно-аккумулятивные склоны долин временных водотоков	0,25	2,9	9
Пологонаклонные аккумулятивные межрядовые понижения	0,56	6,4	8



Рисунок 29 – Карта форм рельефа северного участка кластера «Оглахты»

Условные обозначения

 Красноярское водохранилище

Название элементов рельефа

 Абразионный склон левого борта долины р. Енисей

 Крутосклонные балки в межгрядовых понижениях

 Крутые аккумулятивно-денудационные склоны куэстовой гряды с выходами горных пород каменноугольного возраста

 Крутые денудационные склоны гряд, сложенные делювиально-солифлюкционными отложениями

 Слабонаклонные денудационно-аккумулятивные понижения

 Очень крутые денудационные склоны куэстовой гряды с выходами каменноугольных пород

 Пенепленизированные вершины гряд с выходами каменноугольных пород алтайской свиты

 Крутые аккумулятивно-денудационные склоны гряд, сложенные делювиально-колювиальными отложениями

 Наклонные аккумулятивно-денудационные склоны куэстовой гряды с обнажениями пород каменноугольного возраста

 Крутосклонные аккумулятивно-денудационные днища долин временных водотоков, сложенные пролювиально-делювиальными отложениями

 Пологонаклонные денудационно-аккумулятивные склоны долин временных водотоков

 Пологонаклонные аккумулятивные межгрядовые понижения

Рисунок 30 – Легенда к геоморфологической карте северного участка кластера «Оглахты»

Самую большую среднюю крутизну склонов имеют очень крутые денудационные склоны куэстовой гряды с выходами каменноугольных пород. Эти склоны имеют среднюю крутизну 40° и протягиваются почти на всю длину участка по восточной окраине.

Пологонаклонные аккумулятивные межгрядовые понижения имеют самое маленькое значение средней крутизны склона (8°). Эта форма рельефа господствует на западной окраине центральной части «Оглахты - 1» и занимают всего $0,56 \text{ км}^2$, что составляет $6,4 \%$ от всей площади участка.

Крутосклонные балки в межгрядовых понижениях характерны для восточной части территории, но и встречаются у западных окраин в центральной части. Суммарная их площадь составляет $0,6 \text{ км}^2$, то есть $6,8\%$ от всей площади территории. Средний уклон в пределах данного типа рельефа составляет 20° .

Крутые аккумулятивно-денудационные склоны куэстовой гряды с выходами пород каменноугольного возраста соответствуют западным склонам куэстовой гряды на юге северного участка кластера «Оглахты». Эта форма рельефа занимает $1,23 \text{ км}^2$, что соответствует $14,1 \%$ от территории участка. Средний уклон - 21° .

$12,6 \%$ от суммарной площади изучаемой территории занимают слабонаклонные денудационно-аккумулятивные межгрядовые понижения, что соответствует $1,1 \text{ км}^2$. Данная форма рельефа распространилась на северо-западе и западе территории, и имеют средний уклон 12° .

Пенепленизированные вершины гряд с выходами каменноугольных пород Алтайской свиты располагаются на центральной оси изучаемой территории. Суммарно занимают площадь $0,4 \text{ км}^2$, что соответствует 4,5% от общей площади участка. Средний уклон у вершин составляет 17° .

Крутые аккумулятивно-денудационные склоны гряд, сложенные делювиально-коллювиальными отложениями с суммарной площадью $0,81 \text{ км}^2$ и средним уклоном в 22° занимают центральную часть территории и составляют более 9% от площади участка.

Наклонные аккумулятивно-денудационные склоны куэстовой гряды с обнажениями каменноугольных пород и средним уклоном в 18° расположились не широкой полосой на востоке между очень крутыми склонами куэстовой гряды и крутосклонными балками. Суммарная площадь данной формы рельефа $0,26 \text{ км}^2$, что составляет около 3% от общей площади территории.

Крутосклонные аккумулятивно-денудационные днища долин временных водотоков, сложенные пролювиально-делювиальными отложениями со средним уклоном в 17° в большинстве своем вытянулись вдоль западной границе территории на несколько километров. Суммарная площадь равно $0,4 \text{ км}^2$, что составляет 4,5 % от общей площади.

Пологонаклонные денудационно-аккумулятивные склоны долин временных водотоков территориально занимают положение аналогичное днищам долин временных водотоков. Общая площадь – $0,56 \text{ км}^2$ (6,4%) со средним уклоном в 8° .



Рисунок 30 – Карта средних уклонов форм рельефа северного участка кластера «Оглакты»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования был изучен северный участок кластера «Оглахты» с геоморфологической точки зрения:

1. Приведена подробная физико-географическая характеристика района.
2. Описаны современные рельефообразующие процессы.
3. Выявлена взаимосвязь между рельефообразующими процессами и влиянием на них Красноярского водохранилища.
4. Проведён морфометрический анализ территории: создана цифровая модель рельефа и построена серия тематических карт: гипсометрическая карта, карта крутизны склонов, и карта экспозиций склонов.
5. Построена и описана карта форм рельефа территории, а также карта средних углов наклона форм рельефа.

Данный анализ показал, что в изучаемом районе можно выделить 12 форм рельефа с выходами горных пород и различными протекающими на них склоновыми процессами. В результате анализа была выявлена закономерность распределения высот в районе: самые высокие участки располагаются в центральной части, к периферии в основном снижаются (особенно ярко это заметно в северной части).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мистрюков А. А. Геоморфологическое районирование Назаровско-Минусинской межгорной впадины / А. А. Мистрюков– Новосибирск: ОИГГМ СО АН СССР, 1991 – 130 с.
2. Воскресенский С. С. Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей /С.С. Воскресенский – М.: «Высшая школа», 1980. – 343 с.
3. Воскресенский С. С. Геоморфология Сибири / С. С. Воскресенский – М.: Издательство МГУ, 1962 – 351 с.
4. Кузнецов Н. Н. Геология и рельеф участка «Оглахты» // Летопись природы. – 2009. № 14. – С. 7-10.
5. Липаткина О. О. Флора степной части заповедника «Хакасский»: дис. ... канд. биологических наук / О. О. Липаткина. – Новосибирск 2002. – 193с.
6. Щербакова Е. М. Рельеф Минусинской впадины // Трубы Южно-Енисейской комплексной экспедиции. 1954. Вып. 3. С. 113-123.
7. Физическая география России и СССР [Электронный ресурс] / Саянская область. URL: http://www.ecosystema.ru/08nature/world/geoussr/4_2_3.html
8. Зырянова О. А. Лишайники государственного природного заповедника «Хакасский»: дис. ... канд. биологических наук / О. А. Зырянова. – Новосибирск 2010. – 205с.
9. Макеева Е. Г. Погода участка «Оглахты» // Летопись природы. – 2017. № 22. – С. 192-201.
10. Научно-популярная энциклопедия «Вода России» [Электронный ресурс] / Красноярское водохранилище. URL: <http://water-rf.ru>
11. Куминова А. В., Маскаев Ю. М. Геоботаническое районирование. // Растительный покров Хакасии. Новосибирск 1976. – С. 309-367.
12. Грабодаев Н. Д. Природные условия и почвенный покров левобережной части Минусинской впадины. // Почвы Минусинской впадины. М., 1954. – С. 7-79.
13. Новокрещенных Т. А. особенности формирования и свойства почв кластерного участка «Оглахты» заповедника «Хакасский» [Электронный ресурс] / Т. А. Новокрещенных // Вестник ТГУ - 2009. URL: http://journals.tsu.ru/biology/&journal_page=archive&id=744&article_id=16067.

14. Евсева Н. С. Экзогенные процессы рельефообразования и четвертичные отложения суши: учеб, пособие. / Н. С. Евсева, Окишев П. А. – Томск: Изд-во НТЛ, 2010. - Ч. I. –300 с.
15. Кроновский Н. В., Якушева А. Ф. Основы геологии: Учеб. для географ. спец. вузов. - М.: Высш.шк., 1991.-416 с., ил.
16. Инженерная геодинамика территории России / под ред. В. Т. Трофимова и Э. В. Калинина. М.: Издательский дом КДУ, 2013. Т. 2 – 816с.
17. Сафьянов Г. А. Инженерно-геоморфологические исследования на берегах морей / Г. А. Сафьянов. - М., 1987. – 149с.
18. Передельский Л. В., Приходченко О. Е. Инженерная геология. Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. 465с.
19. Зенкович В. П. Основы учения развития морских берегов / АН СССР. Океанографическая комиссия. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 710с.
20. Макарова Н. В., Короновский Н. В. Геоморфология: учебное пособие. Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, геол. Фак. – М.: КДУ 2007. – 413с.
21. Каплин П. А., Леонтьев О. К., Лукьянова С. А., Никифоров Л. Г. Берега. М.: Мысль 1991. 479с.
22. Трофимов В. Т. Харькина М. А., Григорьева Ю. И. Экологическая геодинамика. М.: КДУ, 2008. – 473с.
23. Копа – Овдиенко Н. В., Огородов С. А. Особенности динамики термоабразионных берегов Байдарацкой губы Карского моря на современном этапе // Геоморфология, 2016 №3. С 12-21.
24. Географический энциклопедический словарь. Понятия и термины. / гл. ред. А. Ф. Трешников. М.: Советская энциклопедия, 1988. - 432с.
25. Евсева Н. С. Экологическая геоморфология. Опасные природные процессы: уч. пособие / Н. С. Евсева. – Томск: Издательский дом ТГУ, 2017. - 278с.
26. Буркова Н. В. Закономерности формирования и оценка опасности переработки берегов водохранилищ.: Дис... канд. геол.-мин. наук / Н. В. Буркова. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1988. – 110с.
27. Курбатова А. С., Мягков С. М., Шныпарков А. Л. Природный риск для городов России. – М.: НИИПИ экологии города. – 1997. – 240с.
28. Витинский В.С. Водные ресурсы и водный баланс крупных водохранилищ СССР. / В. С. Витинский. – Л. Гидрометеиздат., 1991. – 223с.

29. Правила использования водных ресурсов водохранилищ Енисейского каскада ГЭС (Саяно-Шушенская, Майнская, и Красноярская). – СПб.: РА «ЕЭС России» АО Генгидропроект, 1996. – 83с.
30. Назаров Н. Н. Переработка берегов равнинных водохранилищ России на современной стадии развития (конец XX в. – начало XXI в.) // География и природ. ресурсы. — 2006. — № 4. — С. 12–19.
31. Овчинников Г. И., Павлов С. Х., Тржцинский Ю. Б. Изменение геологической среды в зонах влияния Ангаро-Енисейских водохранилищ. — Новосибирск: Наука, 1999. — 250 с.
32. Формирование берегов Красноярского водохранилища / Под ред. В. М. Широкова. — Новосибирск: Наука, 1974. — 234 с.
33. Кусковский В. С. Эколого-гидрогеологические особенности водохранилищ Енисейского каскада ГЭС // Сиб. экол. журн. — 2000. — № 2. — С. 215–223.
34. Кусковский В. С. Закономерности изменения геологической среды в береговой зоне глубоководных водохранилищ Алтае-Саянской области: Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. — Новосибирск, 1996. — 56 с.
35. Шуйский Ю. Д. Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 240 с.
36. Академическое издание «ГЕО». География и природные ресурсы. - 2015, №2. – 205с.
37. Ларионов А. К. Занимательная инженерная геология / А. К. Ларионов. М.: Недра, 1974. – 280с.
38. Осинцева Н. В. Геоморфологическое картографирование. / Н. В. Осинцева – Томск: Дельтаплан, 2004. – 83с.
39. Хромых В. В., Хромых О. В. Цифровые модели рельефа: учебное пособие / В. В. Хромых, О. В. Хромых. Томск: Изд-во «ТМЛ-Пресс», 2007. – 178с.



Поиск заимствований в научных текстах^β

Введите текст:

...или загрузите файл:

Файл не выбран...

Выбрать файл...

Укажите год публикации:

Выберите коллекции

Все

Рефераты

Авторефераты

Иностранные конференции

PubMed

Википедия

Российские конференции

Иностранные журналы

Российские журналы

Энциклопедии

Англоязычная википедия

Анализировать

Проверить по расширенному списку коллекций системы Руконтекст (<http://text.rucont.ru/like>)

Обработан файл:

Бакалаврская работа.pdf.

Год публикации: 2018.

Оценка оригинальности документа - 98.32%

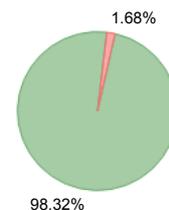
Процент условно корректных заимствований - 0.0%

Процент некорректных заимствований - 1.68%

Просмотр заимствований в документе

Время выполнения: 27 с.

Документы из базы



Источники

Дополнительно