

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

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

**Применение ГИС-технологий для эколого-геоморфологического  
картографирования и анализа территории Байкальского региона**

**АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 2 курса 246 группы \_\_\_\_\_  
направления 05.04.06 Экология и природопользование \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ географического факультета \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Колесниковой Полины Игоревны \_\_\_\_\_

Научный руководитель  
старший преподаватель \_\_\_\_\_ В.А. Морозова \_\_\_\_\_

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

Саратов 2024

**Введение.** В состав Байкальского региона входит: Иркутская область, Республика Бурятия, Забайкальский край.

Байкальский регион — это уникальный и ценный участок планеты, расположенный в южной части Сибири, в России. Он известен своей необыкновенной природой, богатой историей и культурным наследием.

Самое глубокое и объемное пресноводное озеро в мире, известное как "жемчужина Сибири". Оно занимает центральное место в регионе и определяет его уникальный характер. Регион расположен в горной местности, с высокими хребтами, такими как Байкальский хребет и Саянские горы. Регион отличается богатым биологическим разнообразием, включая эндемичные виды растений и животных, многие из которых не встречаются нигде более в мире. Регион имеет богатую историю и культуру, с древними традициями коренных народов и историческими памятниками.

Значение Байкальского региона:

1) Экологическое значение: озеро Байкал является важнейшим источником пресной воды и играет ключевую роль в поддержании биологического разнообразия региона.

2) Экономическое значение: регион имеет значительный экономический потенциал, включая туризм, лесозаготовку, рыболовство и добычу полезных ископаемых.

3) Озеро Байкал является важным объектом научных исследований, привлекающим ученых со всего мира.

Промышленность, сельское хозяйство и туризм оказывают значительное воздействие на экосистему региона, приводя к загрязнению воды, воздуха и почвы. Изменение климата может оказать серьезное влияние на экосистему региона, вызвав увеличение частоты и интенсивности наводнений, засух и других стихийных бедствий. Неконтролируемая вырубка лесов, браконьерство и незаконная добыча полезных ископаемых угрожают экологической безопасности региона.

Целью магистерской работы является эколого-геоморфологическое исследование территории на примере Байкальского региона, выявление территорий для комфортного проживания населения.

Для достижения искомой цели были поставлены следующие задачи: составить серию карт на исследуемую территорию, оценить территории по эколого-геоморфологическим показателям.

Объектом исследования территории Байкальского региона.

В работе были вынесены защищаемые положения:

1) Геоморфологические особенности Байкальского региона оказывают существенное влияние на экологическую ситуацию в регионе, а также определяют распространение населения.

2) Применение современных геоинформационных технологий для эколого-геоморфологического анализа территории Байкальского региона позволяет выделить районы с благоприятными и неблагоприятными условиями для проживания населения.

Материалы и методы. Результаты данного исследования Байкальского региона основываются на основе анализа геоморфологического состояния данных территорий Красноярского края, Иркутской области и Республики Бурятия. Теоретико-методическую основу исследования составляют общенаучные методы: описательный, сравнительный, статистический, системного анализа, картографический. Структура и объем работы: выпускная квалификационная работа состоит из 58 страниц, введения, трех глав, заключения, таблиц, приложений и списка использованных источников.

### **Основное содержание работы.**

## **1 Геоинформационные методы исследования в эколого-геоморфологической оценке территории Байкальского региона**

Эколого-геоморфологические исследования – это, прежде всего, географические, ландшафтно-географические, социально-экологические. Методы исследований в экологической геоморфологии имеют различную направленность: общегеографическую, ландшафтную и экологическую, а

также базирующуюся на традиционных геоморфологических исследованиях. Круг задач, которые решаются при эколого-геоморфологическом изучении какой-либо территории, обширен, для этого создаются серии эколого-геоморфологических карт. С помощью данных карт может быть проведена оценка морфометрических и морфодинамических показателей рельефа, типа и степени опасности природных, природно-антропогенных и антропогенных геоморфологических процессов, степени комфортности проживания населения.

В настоящий момент существует немало методик для эколого-геоморфологической оценки территории. Рассмотрим некоторые из них.

1. Методика (Э.А. Лихачёва, А.В. Кошкарёв, Л.А. Некрасова, Г.М. Черногаева) – «Эколого-геоморфологический анализ Арктической зоны Российской Федерации» [1].

2. Методика (Ю.О. Кочеткова) – «Теоретико-методологические и методические аспекты эколого-геоморфологической оценки территории» [2].

3. Методика (С. В. Крашенинникова) – Методика эколого-геоморфологической оценки города [3].

Понятие экологического каркаса территории является ключевым для понимания устойчивого развития. Все рассматриваемые методики основываются на этом принципе, который предполагает создание пространственно связанной сети природных и природно-антропогенных территорий, способствующей сохранению биологического разнообразия и экологического равновесия.

**2 Анализ факторов эколого-геоморфологической оценки территории Байкальского региона.** Многофакторный анализ представляет собой ветвь статистики – целью которого является разработка моделей, на основании которых в дальнейшем будет проведен анализ. Анализ включает в себя краткое описание распределения объектов, установление взаимоотношения процессов и явлений. Существует множество методов для

проведения многофакторного анализа. А теперь рассмотрим подробнее некоторые из них [4].

1. *Морфометрический метод*: метод количественной оценки рельефа, основанный на измерениях на местности и картах.

Применение:

1. Точное описание внешних форм рельефа.
2. Изучение генезиса и динамики рельефа.
3. Выявление связи форм рельефа с геологическими структурами.
4. Инженерно-геоморфологическая и эколого-геоморфологическая оценка территории.
5. Оценка эстетических качеств рельефа.

Ключевые показатели: Глубина и густота расчленения, абсолютные и относительные высоты, крутизна склонов.

2. *Балансовые методы*: методы, основанные на сопоставлении прихода и расхода вещества, энергии в геосистемах.

Применение:

1. Изучение и прогнозирование развития геосистем.
  2. Анализ круговорота веществ, баланса тепла, влаги, ресурсов.
  3. Ключевой принцип: Баланс, выражаемый как прибыль-потери, сальдо или итог.
3. *Сравнительный метод*: метод сравнения и выявления сходств и различий между двумя или более ландшафтами, как пространственно близкими, так и отдаленными во времени и пространстве.

Применение:

1. Разработка классификаций и легенд карт.
2. Районирование, генерализация, оценка и прогнозирование.

Вариация данного метода представлена методом аналогов - поиск территорий со сходными свойствами, состояниями, процессами для прогнозирования и планирования.

4. *Метод аналогов*: метод использования аналогии как логического вывода, основанного на сходстве с другими объектами.

Применение: Сравнение свойств, структуры и отношений объектов для получения информации о новом объекте.

5. *Метод моделирования*: сложный метод исследования геосистем с использованием моделей, позволяющий изучать строение, функционирование, динамику и развитие.

**3 Эколого-геоморфологическая оценка территории Байкальского региона.** Байкальский регион характеризуется уникальным сочетанием природных особенностей, ведь именно здесь имеется широкий комплекс природных эколого-геоморфологических условий. Именно они определили размещение тех или иных опасных эколого-геоморфологических процессов в Байкальском регионе. Но для оценки нужны не только данные, таблицы и различные показатели, очень важную роль так же играют карты, потому что именно по ним и осуществляется комплексная и покомпонентная оценка территории.

Но для оценки нужны не только количественные показатели природных и антропогенных факторов территории, но и картографический материал, позволяющий визуализировать и пространственно оценить потенциал региона, дать комплексный и покомпонентный анализ. Исходя из выбранной методики оценки, был проведен предварительный анализ территории и задействованы следующие компоненты:

- геоморфологические;
- гидрографические;
- относительный показатель природных условий;
- экологические;

В итоге вместе данные компоненты помогают провести комплексную эколого-геоморфологическую оценку территории Байкальского региона.

В результате проведенной работы мною был создан картографический материал на базе ГИС MapInfo Professional 12.5, ESRI ArcGIS 10.2., QGIS

3.24.3, а именно: обзорная карта Байкальского региона, карта густоты речной сети территории Байкальского региона, гипсометрическая карта территории Байкальского региона, карта коэффициента лесистости территории Байкальского региона, интегральная карта туристско-рекреационного потенциала территории Байкальского региона, карта плотности населения Байкальского региона, карта современных экзогенных процессов территории Байкальского региона, карта опасных геоморфологических процессов территории Байкальского региона и интегральная эколого-геоморфологическая карта территории Байкальского региона.

#### 1. Обзорная карта Байкальского региона.

Карта выполнена в программе MapInfo Professional 12.5. Является наглядным элементом политико-административного деления территории Байкальского региона, с выделением границ главных муниципальных районов. На ней представлены следующие слои: населённые пункты, гидрография линейная, гидрография площадная, а также политико-административное-деление территории.

#### 2. Карта густоты речной сети территории Байкальского региона.

На карте представлены следующие слои: гидрография линейная и гидрография площадная, населенные пункты, границы региона, а также тематическая характеристика густоты речной сети. Для вычисления показателя густоты использовался следующий алгоритм: создавалась сетка квадратов, с площадью  $1 \text{ км}^2$ , далее был проведен расчет длины гидросети в пределах выбранной единицы площади региона.

На данной представленной карте густоты речной сети Байкальского региона, можно выделить как наиболее благоприятные эколого-геоморфологические территории, так и неблагоприятные. Предварительный вывод можно дать уже сейчас, на территории довольно много крупных рек, но все же наиболее благоприятные территории это - центрально-восточный район, потому что на территории расположено крупнейшее озеро, и западный

район так как имеется большое количество рек с притоками на данной территории.

### 3. Гипсометрическая карта территории Байкальского региона.

Цифровая модель рельефа — это особый вид трёхмерных математических моделей, представляющий собой отображение «рельефа» как реальных, так и абстрактных геополей (поверхностей). Цифровые модели рельефа позволяют производить следующие операции [5]:

- быстрое получение информации о морфометрических показателях (высота, угол наклона, экспозиция склона) в любой точке модели;
- анализ крутизны и экспозиций склонов;
- генерация горизонталей;
- построение профилей поперечного сечения рельефа по направлению прямой или ломаной линии;
- анализ поверхностного стока;
- генерация сети тальвегов и водоразделов;
- расчёт объёмов;
- расчёт площадей поверхности;
- расчёт уровней и площадей затопления [6];

ShuttleRadarTopographicMission (SRTM) — радарная топографическая съёмка большей части территории земного шара, произведенная за 11 дней в феврале 2000 г с помощью специальной радарной системы с борта космического челнока «Индевор». Горизонтальная точность - 20м (90%), вертикальная - 16м (90%). Данные хранятся на сайте в формате GEOTIFF, в виде rar-архивов [7].

Для создания данной карты, была использована SRTM ALOS с разрешением 30м. В первую очередь были скачаны снимки на территорию Байкальского региона. Дальнейшая работа проводилась ESRI ArcGIS 10.2., а именно объединение снимков в одно полноценное изображение, далее вырезание по границе Байкальского региона и уже потом выбор шкалы для окраски территории.



#### 4. Карта коэффициента лесистости территории Байкальского региона.

Лесистость – величина, отражающая отношение всей лесопокрытой площади (на землях лесного фонда и иных категорий земель, на которых расположены леса) к площади муниципального образования.

Лесистость является важным показателем, характеризующим обеспеченность территории лесными угодьями, а следовательно, ее экологическую защищенность и особенности социально-экономического развития. Средняя лесистость бассейна озера Байкал в пределах российской территории 62,5%.

Ключевые понятия: процентная доля лесопокрытой площади к общей площади территории. Определения экологической защищенности, наличия лесных ресурсов, влияния на социально-экономическое развитие. Важные наблюдения: Средняя лесистость бассейна Байкала: 62,5% — это говорит о том, что леса играют значимую роль в экосистеме региона. Визуально демонстрирует различия в лесистости по территориям. Чем темнее цвет, тем выше лесистость. Имеет самый высокий процент лесистости (более 90%), что подтверждает большую площадь лесов в регионе. Лесистость также высокая, но немного ниже, чем в Иркутской области.

Лесистость Байкальского региона играет ключевую роль в поддержании уникального и ценного экологического баланса. Сохранение и рациональное использование лесных ресурсов является необходимым условием для сохранения экосистемы Байкала и обеспечения благополучия человечества.

#### 5. Интегральная карта оценки туристско-рекреационного потенциала территории Байкальского региона.

Данная карта была сделана в программе QGIS 3.24.3. Карта была выполнена на основании методики Дроздова и являлась интегральной картой в бакалаврской работе. Для выполнения карты были использованы такие показатели как: особо-охраняемых природных территорий, историко-культурный, показатель густоты речной сети, показатель ЦМР территории, показатель лесистости, показатель расположения санаториев, показатель

расположения гостиниц, показатель расположения источников минеральных вод.

И в завершение была составлена картограмма, по которой были выделены 5 классов от малопривлекательных до благоприятных территорий. На основании данной карты можно сделать вывод, что на территориях на с очень низкой и низкой степенью ТРП необходимо развивать различные виды туризма, представленные в методике или же современные виды активного туризма.

В новом же исследовании данная карта выступала как один из показателей для оценки эколого-геоморфологического состояния территории на предмет комфортного проживания населения.

6. Карта современных экзогенных процессов территории Байкальского региона.

Выделение ведущих процессов при картографировании производилось на основе классификации экзогенных процессов рельефообразования суши Института географии им. В. Б. Сочавы. В мелком масштабе объектами геоморфологического картографирования являются типы, подтипы и комплексы рельефа, которые служат базовыми для выделения классов и групп ведущих процессов. Основу легенды составляет выделение ведущих экзогенных процессов распространения по территории региона. При выделении ведущих процессов территории учитывались три их основных параметра: площадь распространения, продолжительность непрерывного протекания, интенсивность развития.

7. Карта плотности населения территории Байкальского региона.

На карте отображена плотность населения на территории Байкальского региона. Создана карта на основе карты атласа Института географии им. В. Б. Сочавы.

По данной карте хорошо видны районы, где плотность населения высокая – это в большей степени центральный район, атак же районы, где плотность населения низкая – это северо-восточный и северный районы.

Карта создана в программном комплексе MapInfo Professional 12.5.

8. Карта опасных геоморфологических процессов территории Байкальского региона.

Районирование территории по опасным геоморфологическим процессам проведено на основании уже существующей классификации опасных геоморфологических процессов.

В данной классификации уже выделены районы опасных геоморфологических процессов, присвоены ранги в соответствии со спецификой рельефа Байкальского региона и особенностями его хозяйственного освоения, уровнем развитости территориально-производственных комплексов.

Значительные территории выделены геоморфологически опасными, но также остальная часть территории выделяется низкой или условно отсутствующей геоморфологической опасностью.

9. Интегральная эколого-геоморфологическая карта территории Байкальского региона.

Данная карта была составлена на основании метода моделирования. Были рассмотрены ландшафтные, геоморфологические, гидрологические компоненты. В соответствии с полученной картой можно сказать, что большое количество территорий региона являются неблагоприятными для проживания населения, условно благоприятных территорий тоже довольно много, что не скажешь о благоприятных районах, которых крайне мало.

Даже если провести параллель с картой плотности населения, то довольно заметно, что районы с большей плотностью населения на интегральной карте являются благоприятными.

**Заключение.** В ходе исследования выявлена совокупность геоморфологических условий, определяющих благоприятное размещение населения на территории Байкальского региона. Результаты выполненного исследования позволяют сформулировать следующие выводы:

1) Сделаны выводы о том, что геоморфологические особенности Байкальского региона оказывают существенное влияние на экологическую ситуацию в регионе, а также определяют распространение населения.

2) Применены современные геоинформационные технологии. Проведен эколого-геоморфологический анализ территории Байкальского региона, который позволяет выделить районы с благоприятными и неблагоприятными условиями для проживания населения.

Байкальский регион представляет собой уникальную и хрупкую экосистему, чье геоморфологическое строение играет решающую роль в ее функционировании.

Проведенная оценка позволила выявить ключевые факторы, определяющие экологическое состояние региона и формирующие его:

1) Байкальский регион является одним из важнейших природных объектов планеты, обладающим исключительным биологическим разнообразием, уникальной экосистемой озера Байкал и богатой геоморфологией.

2) Активная тектоническая деятельность, формирующая Байкальскую рифтовую зону, обуславливает высокую сейсмическую активность, а также эрозионные процессы, которые могут приводить к негативным последствиям для окружающей среды.

3) Промышленное развитие, сельское хозяйство, туризм и другие виды человеческой деятельности оказывают значительное воздействие на экосистему региона, приводя к загрязнению воды, воздуха, почвы и нарушению природных ландшафтов.

4) Изменение климата может усугубить проблемы региона, вызвав увеличение частоты и интенсивности наводнений, засух и других стихийных бедствий, что может иметь разрушительные последствия для экосистемы и населения.

Для повышения эколого-геоморфологического состояния региона следует:

1) Усилить контроль за выбросами в атмосферу и сбросами в водоемы от промышленных предприятий, сельскохозяйственных предприятий и туристических объектов.

2) Необходимо продвигать устойчивые практики туризма, минимизирующие воздействие на природу и сохраняющие ее красоту и ценность.

3) Создавать защитные зоны вокруг озера Байкал и других важных природных объектов региона, чтобы предотвратить их загрязнение и разрушение.

Байкальский регион нуждается в комплексном подходе к экологической защите. Необходимо сочетать усилия государственных органов, научного сообщества, бизнеса и общественности, чтобы обеспечить устойчивое развитие региона и сохранить его природные богатства для будущих поколений.

В виду проведенного эколого-геоморфологического районирования Байкальского региона был выполнен эколого-геоморфологический анализ территории Байкальского региона, составлена серия карт, проведена оценка территории по эколого-геоморфологическим показателям, были выявлены территории по степени благоприятности проживания населения.

Так же выполнены указанные ранее защищаемые положения о том , что геоморфологические особенности Байкальского региона оказывают существенное влияние на экологическую ситуацию в регионе и определяют специфику его экосистем, эколого-геоморфологическое исследование рельефа позволяет лучше понять и прогнозировать возможные последствия экологических изменений и реагировать на них более эффективно, применение современных геоинформационных технологий и дистанционного зондирования Земли в эколого-геоморфологическом исследовании рельефа Байкальского региона позволяет получить более точные и полные данные, изучение геоморфологии и экологии Байкальского региона помогает в

определении стратегий управления природными ресурсами и охраны окружающей среды.

Результаты данного исследования Байкальского региона основываются на основе анализа геоморфологического состояния данных территорий Красноярского края, Иркутской области и Республики Бурятия. Теоретико-методическую основу исследования составляют общенаучные методы: описательный, сравнительный, статистический, системного анализа, картографический.

#### **Список использованных источников.**

- 1 Эколого-геоморфологический анализ Арктической зоны Российской Федерации [Электронный ресурс]: <http://www.igras.ru/news/2642> (дата обращения 10.03.2024). - Загл. с экрана. - Яз.рус.
- 2 Теоретико-методические и методические аспекты эколого-геоморфологической оценки территории [Электронный ресурс]: [https://vk.com/doc19465486\\_677850473?hash=87WZzWJ8YBOSHnZqyP NteYumbia7SIj8897nQvp3i4g&dl=Z6mkQ311GfFf3cK4YMLDvDNwaI48 fLTE2QwxZiZbfoT](https://vk.com/doc19465486_677850473?hash=87WZzWJ8YBOSHnZqyP NteYumbia7SIj8897nQvp3i4g&dl=Z6mkQ311GfFf3cK4YMLDvDNwaI48 fLTE2QwxZiZbfoT) (дата обращения 12.04.2024). - Загл. с экрана. - Яз.рус.
- 3 К вопросу об эколого-геоморфологической оценке территории города [Электронный ресурс]: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-ekologo-geomorfologicheskoy-otsenke-territorii-goroda/viewer> (дата обращения 12.04.2022). - Загл. с экрана. - Яз.рус.
- 4 Математические методы в географии [Электронный ресурс]: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/241510/1/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%B8.pdf#page=35&zoom=100,109,312> (дата обращения 10.01.2023). - Загл. с экрана. - Яз.рус.

- 5 Хромых, В.В. Цифровые модели рельефа: учебное пособие / В.В. Хромых, О.В. Хромых. - Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. - 178 с.
- 6 ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА [Электронный ресурс]: geokniga-cifrovye-modeli-relefa.pdf (дата обращения 07.03.2022). - Загл. с экрана. - Яз.рус.
- 7 SRTM 4 Радарная топографическая съемка [Электронный ресурс]: <https://proper-reowrig.livejournal.com/1810.html> (дата обращения 13.03.2022). - Загл. с экрана. - Яз.рус.