

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт экологии и географии  
Кафедра географии

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Г. Ю. Ямских  
подпись      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

**Пространственно-временная динамика гарей ленточных и сосновых боров  
Приобского плато и его окрестностей**  
05.03.02 «География»  
05.03.02.02 «Физическая география и ландшафтоведение»

Научный  
руководитель

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

проф., д-р геогр. наук  
должность, учёная степень

С.Т.Им  
инициалы, фамилия

Выпускник

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Т.Е.Алешина  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

М. И. Кокова  
инициалы, фамилия

Красноярск 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Обзор литературных источников.....	4
2 История развития геоинформационных систем.....	6
2.1 Составные части, задачи, классификация ГИС.....	8
2.2 Информационное обеспечение геоинформационных систем.....	10
3 Район, объекты и методы исследования.....	13
3.1 Физико-географическая характеристика Приобского плато.....	13
3.2 Lentочные сосновые боры Приобского плато.....	21
3.3 Методы исследования.....	22
4 Материалы и методика.....	23
4.1 Топографическая карта территории.....	23
4.2 Цифровая модель рельефа GMTED 2010.....	27
4.3 Данные MODIS Active Fire Product.....	29
4.4 Климатические данные CRU TS4.01.....	31
4.5 Программное обеспечение.....	32
4.6 Методика.....	33
5 Закономерности распределения сосновых боров.....	42
5.1 Распространение сосновых боров на склонах разной крутизны.....	42
5.2 Распространение сосновых боров на склонах разной экспозиции.....	43
5.3 Распределение сосновых боров по градиенту высот над уровнем моря..	44
6 Пространственно-временная динамика гарей сосновых боров.....	47
6.1 Динамика гарей сосновых боров.....	47
6.2 Соотношение гарей сосновых боров с климатическими показателями...	48
Заключение.....	55
Список использованных источников.....	56
Приложение А.....	59

## ВВЕДЕНИЕ

**Цель:** Проанализировать пространственно-временную динамику гарей ленточных сосновых боров Приобского плато.

**Задачи:**

1. Рассмотреть историю ГИС;
2. Установить функциональные возможности ГИС;
3. Изучить физико-географическую характеристику Приобского плато;
4. Провести пространственный анализ распределения сосновых боров;
5. Оценить пространственно-временную динамику гарей сосновых боров;
6. Исследовать связь динамики гарей с показателями температур и влажности.

**Объектом исследования** являются ленточные боры Приобского плато.

**Предметом исследования** являются особенности и возможности ГИС-технологий в исследованиях пространственно-временной динамики гарей ленточных сосновых боров Приобского плато.

**Степень изученности проблемы.** Для написания выпускной работы рассмотрены научная и учебно-методическая литература, статьи в периодических изданиях, раскрывающих теоретические основы затрагиваемой темы в работе. Проанализировав литературу, можно сделать вывод, что пространственно-временная динамика гарей ленточных сосновых боров Приобского плато исследованы недостаточно. Данные о пространственном распространении сосновых боров Приобского плато по высоте над уровнем моря не систематизированы. Количественная оценка их приуроченности к склонам разной крутизны и экспозиции в литературе практически отсутствует, а геоботанические описания дают возможность лишь приблизительно оценить их распространение на разных элементах рельефа. Недостаточно изучены площади гарей ленточных сосновых боров и их соотношения с климатическими показателями.

**Актуальность работы.** Ленточные сосновые боры Приобского плато имеют важное средозащитное значение. Вместе с тем, они не исключены из хозяйственного использования: страдают от вырубок, размещения рекреационных объектов и т.п.

Актуальной задачей является выявление причин, влияющих на площади гарей ленточных сосновых боров, что невозможно без изучения закономерностей пространственного распределения сосновых боров по элементам рельефа и соотношений с климатическими данными.

Современные геоинформационные технологии и методы геоинформатики позволяют эффективно решать задачи анализа пространственного распределения объектов. Применение геоинформационных систем в совокупности с доступными электронными топографическими картами и данными о рельефе местности позволяют исследовать орографию местности, а также с доступными данными влажности и осадков позволяют исследовать

климат местности. Таким образом, поставленная цель работы является актуальной и практически значимой.

## **1 Обзор литературных источников**

На сегодняшний день геоинформационные системы достаточно широко изучены.

Существует множество написанных учебников на данную тему. А также методические указания, для изучения системных инструментов таких программ как ArcMap.

С самых ранних времен люди писали карты, к примеру Меркатор Герард (1512-1594), который создал картографическую проекцию, и в настоящее время его проекция применяется для составления многих навигационных и аэронавигационных карт.

В 1544 Меркатор опубликовал карту Европы на 15 листах.

На ней впервые правильно показаны очертания Средиземного моря, устранены ошибки, повторявшиеся со времен Птолемея.

В 1563 Меркатор составил карту Лотарингии, а в 1564 – Британских островов (на 8 листах).

В 1569 Меркатор опубликовал Хронологию (Chronologia) – обзор астрономических и картографических работ.

Через три года выпустил новую карту Европы на 15 листах, а в 1578 – гравированные карты для нового издания Географии Птолемея, затем приступил к работе над Атласом (сам термин впервые предложен Меркатором для обозначения набора карт).

Известен так же картограф Исаак Масса, Абрахам Ортелиус, и многие другие, которые ввели огромный вклад в картографическую науку [3].

В современной литературе, большое влияние оказывают теоретические работы в области географии и пространственных взаимосвязей, а также становление количественных методов в географии в США, Канаде, Англии, Швеции (работы У. Гаррисона (William Garrison), Т. Хагерстранда (Torsten Hagerstrand), Г. Маккарти (Harold McCarty), Я. Макхарга (Ian McNarg)).

Первый безусловный крупный успех становления геоинформатики и ГИС – это разработка и создание Географической Информационной Системы Канады (Canada Geographic Information System, CGIS). Начав свою историю в 60-х годах, эта крупномасштабная ГИС поддерживается и развивается по сей день.

"Отцом" ГИС Канады считается Роджер Томлинсон (Roger Tomlinson).

Работа Берлянта А.М. «Картография», является одним из основных курсов в университетской подготовке студентов-географов. Он формирует картографическое мировоззрение будущих специалистов и сообщает им знания о способах отражения окружающего мира, пространственном анализе и моделировании, дает основы работы с географическими картами, атласами и другими картографическими произведениями, знакомит с перспективами развития картографической науки и производства.

В последние десятилетия стремительный процесс картографии и смежных с нею дисциплин привел к появлению новых методов, технологий, направлений картографирования и к созданию новых типов картографических произведений. Сегодня картографию трудно представить без тесного взаимодействия с аэрокосмическим зондированием, геоинформатикой и телекоммуникацией [25].

Международный Многоязычный словарь технических терминов картографии (1973) дает следующее определение карты: уменьшенное, обобщенное изображение поверхности Земли, других небесных тел или небесной сферы, построенное по математическому закону на плоскости и показывающее посредством условных знаков размещения и свойства объектов, связанных с этими поверхностями.

Толковый словарь основных терминов по геоинформатике содержит толкования терминов и смежных с нею наук и технологий, включая картографию, дистанционное зондирование, геодезию, системы спутникового позиционирования, вычислительную геометрию и компьютерную графику, вычислительную технику и общую информатику (более 1500 терминов в 378 словарных статьях), с их английскими эквивалентами, список наиболее употребительных латинских сокращений (около 380), алфавитные указатели английских и русских терминов, а также тематических групп терминов.

«Геоинформационные системы» А.С. Самардака. Учебник состоит из четырех модулей и включает общую характеристику геоинформационных систем, примеры практического применения ГИС, решение аналитических задач с помощью ГИС-технологий, обзор наиболее популярных ГИС [28].

В учебнике содержится большое число рисунков и таблиц, что значительно повышает наглядность и доступность материала.

На сегодняшний день имеется много литературных и электронных источников, содержащих информацию об особенностях ленточных боров Приобского плато.

Электронный источник «MODIS Active Fire and Burned Area Products» содержит в себе большое количество информации, уникальной для понимания времени и пространственного распределения пожаров и их характеристик [2].

## 2 История развития геоинформационных систем

Картография – наука об исследовании, моделировании и отображении пространственного расположения, сочетания и взаимосвязи объектов и явлений природы и общества, является неотъемлемой частью человеческой жизни и истории.

Начиная с наскальных рисунков, карты древнего Вавилона, карт Греции и Азии, через эпоху великих географических открытий и по сегодняшний день, люди создавали, создают и используют карты для достижения конкретных целей. Одна из старых карт представлена на рисунке 1. По мнению некоторых учёных, картирование представляет собой значительный шаг вперёд в интеллектуальном развитии человечества. Стоит отметить, что картография появилась, вероятно, ещё до появления письменности в первобытном обществе. Об этом свидетельствует, например, то, что у народов, не имевших письменности в момент их открытия, имелись развитые картографические навыки [3].



Рисунок 1 – Карта Старого Света, 1459 год, Фра Мауро [3]

К сожалению многие карты не сохранились в наше время. Так как материалы, используемые для их создания, утратили свой внешний вид.

Наука на данный момент продвинулась дальше. Развивается математика, анализ, информатика, электронно-вычислительные машины, системы для хранения и обработки данных.

Все это привело к рождению геоинформационных технологий.

В современной литературе по геоинформационным технологиям авторы выделяют три основных периода развития программно-аппаратных средств ГИС: пионерный, государственных инициатив, пользовательский (коммерческий) [25].

Пионерный период: конец 50-х начало 70-х годов прошлого столетия. В этот период в сфере информационных технологий выполняются работы по изучению новых возможностей картографии с использованием электронной вычислительной техники. Данный период характеризуется развитием картографии в связи с бурным развитием компьютерных технологий: создание и использование электронных вычислительных машин в 50-х годах, принтеров, крупных графических дисплеев, анализаторов поверхности и других периферийных устройств. Одна из первых электронно-вычислительная машина представлена на рисунке 2.

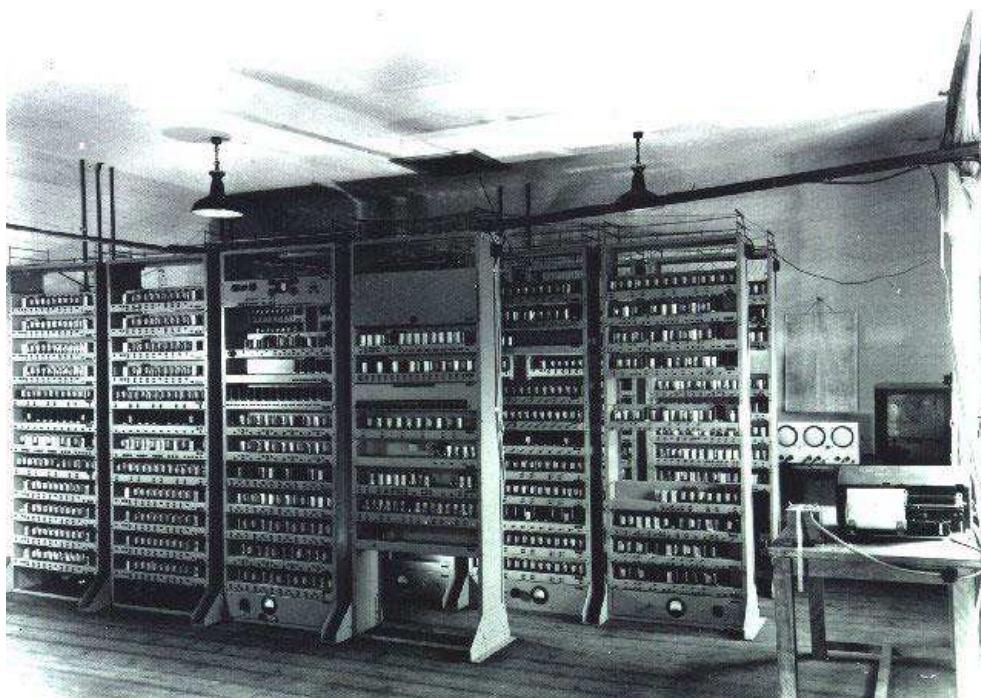


Рисунок 2 – Первая электронно-вычислительная машина [25]

Период государственных инициатив: характерен для периода с 70-х годов по начало 80-х годов. Данный период характеризуется созданием и развитием крупных геоинформационных проектов под покровительством государства, что соответствует названию периода.

Увеличивается количество государственных институтов в области геоинформационных технологий, при снижении роли и заслуг отдельных исследователей и небольших групп.

Пользовательский (коммерческий) период: начиная с 1981 года и по настоящее время.

Для этого периода характерно массовая коммерческая эксплуатация программных продуктов и приложений ГИС [25].

Использование ГИС и баз данных с учетом применения сетевых технологий, систем навигации позволило выпустить на пользовательский рынок большое количество программных продуктов ГИС поддерживающих индивидуальную работу с картографическими данными на ПЭВМ и при применении в государственных и коммерческих организациях. Бурное развитие средств вычисления и персональных ЭВМ сделало доступными программные и аппаратные средства, сетевые информационные ресурсы широкому кругу специалистов-прикладников.

Перспективой развития географических исследований в 21 веке является тенденция к интеграции географических наук для обеспечения так называемого устойчивого (поддерживающего) развития. Разные ветви географии дают возможность комплексно рассмотреть проблемы дальнейшего развития разных территорий и мира в целом.

## 2.1 Составные части, задачи и классификация геоинформационных систем

Работающая ГИС включает 5 компонентов (смотреть рисунок 3) [10]:

- Аппаратное обеспечение;
- Программное обеспечение;
- Данные;
- Люди;
- Методы.



Рисунок 3 – Составные части ГИС [10]

Задачи геоинформационных систем:

- Ввод;
- Манипулирование;
- Управление;
- Запрос и анализ;
- Визуализация.



ГИС можно классифицировать (смотреть рисунок 4):

– По территориальному охвату различают глобальные, или планетарные ГИС, субконтинентальные ГИС, национальные ГИС, зачастую имеющие статус государственных, региональные ГИС, субрегиональные ГИС и локальные, или местные ГИС. ГИС различаются предметной областью информационного моделирования, к примеру, городские ГИС, или муниципальные ГИС, МГИС [13].

– По назначению (в зависимости от области применения);

– По тематической ориентации (в зависимости от масштабного ряда цифровых картографических данных, составляющих базу данных ГИС);

– Функциональным возможностям (в зависимости от наличия технических средств защиты визуализации данных);

– Архитектурным типам построения (в зависимости от возможности расширения и изменения);

– Способу организации географических данных (в зависимости от форматов ввода, хранения, обработки и предоставления картографической информации) [17].



Рисунок 4 – Классификация ГИС [10]

## 2.2 Информационное обеспечение геоинформационных систем

Источники пространственных данных для ГИС – основа их информационного обеспечения.

Среди источников данных, широко используемых в геоинформатике, наиболее часто привлекают картографические, статистические и аэрокосмические материалы. Помимо указанных материалов гораздо реже используют данные специально проводимых полевых исследований и съёмок, а также литературные (текстовые) источники, что дает нам право охарактеризовать их лишь в самом общем виде [15].

Источники данных:

1. Карты, планы, схемы – модели традиционной «бумажной» картографической продукции, которые не только решают производственные задачи картографической отрасли (обновление и издание карт), но и

используются за пределами интересов отрасли как источник данных и географическая основа пространственных данных разных типов, а в виде цифровых моделей местности – как основа для решения пространственных расчетных, аналитических и иных задач. Представлено на рисунке 5.



Рисунок 5 – Примеры источников данных (карты, планы, схемы) [15]

2. Полевые исследования – пространственно-временные данные, получаемые двумя глобальными системами спутникового позиционирования, включая GPS (глобальную систему позиционирования – США) и ГЛОНАСС (глобальную навигационную спутниковую систему – Россия), и используемые для решения навигационных и геодезических задач (включая построение или сгущение геодезических сетей), а также иных задач позиционирования, непосредственно связанных с массовым производством пространственных данных. Данные полевых геодезических съемок выполняются цифровой (электронной) съемочной аппаратурой. Представлено на рисунке 6.

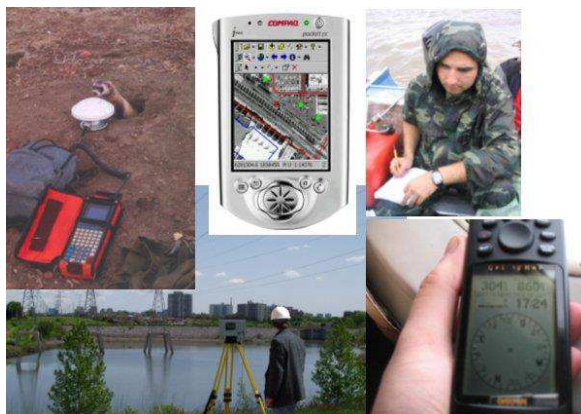


Рисунок 6 – Полевые исследования – пространственно-временные данные [15]

3. Данные дистанционного зондирования (ДДЗ) – результаты съемки Земли с летательных аппаратов и, прежде всего, с космических платформ (аэрокосмическая съемка), которые в настоящее время выполняются почти исключительно цифровой съемочной аппаратурой [6]. Представлено на рисунках 7 и 8.



Рисунок 7 – Данные дистанционного зондирования (ДДЗ) [6]



Слева: спутниковый снимок, полученный до паводка в меженный период. Справа: подтопленная территория на снимке со спутника EROS B, дата съемки 21 августа 2013 г. (© ImageSat, ИТЦ <СКАНЭКС>).

Рисунок 8 – Уссурийский микрорайон, Хабаровск

#### 4. Импорт – использование готовых данных.

### **3 Район, объекты и методы исследования**

#### **3.1 Физико-географическая характеристика Приобского плато**

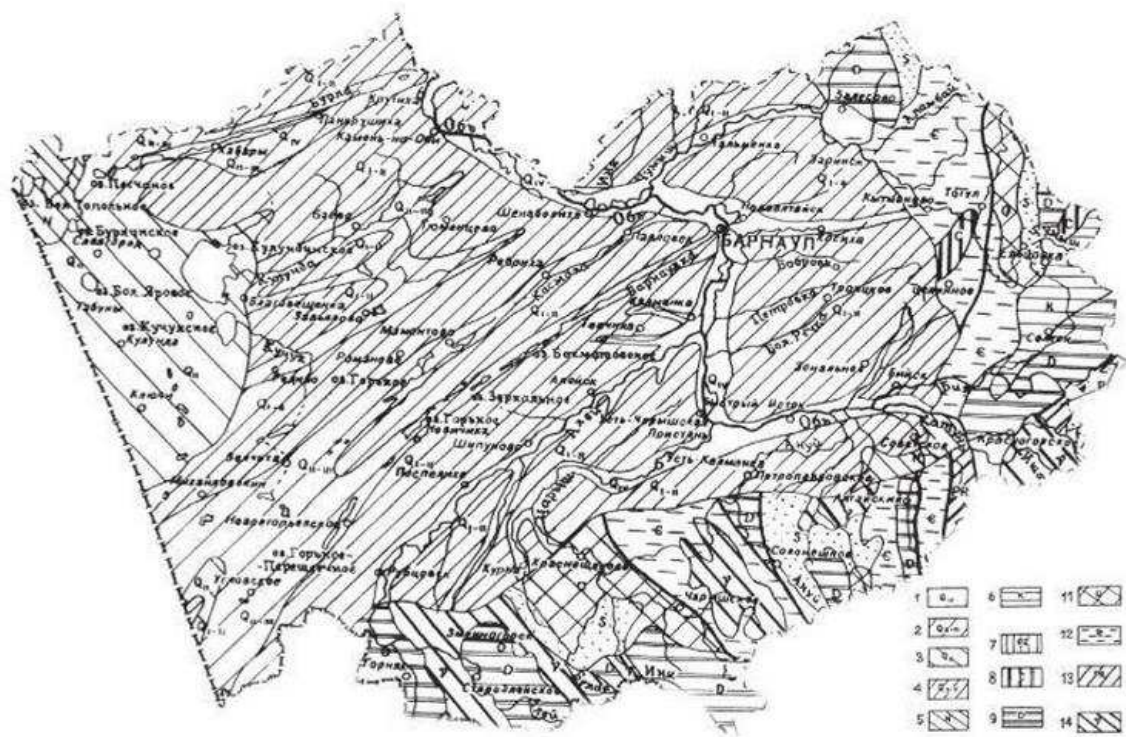
Приобское плато – равнина в пределах Алтайского края и Новосибирской области России, располагается по левобережью реки Обь, на юге постепенно переходит в предгорья Алтая. Средняя высота 250 – 260 м. Приобское плато возвышается над Кулундинской котловиной на 50 – 75 м [14]. Физико-географическая карта представлена на рисунке 9.



Рисунок 9 – Местоположение Приобского плато отмечено красным квадратом [14]

Приобское плато входит в неогеновую систему кайнозойской группы.

Приобское плато сложено континентальными песчано-глинистыми отложениями, перекрытых на водораздельных увалах толщей лёссовидных суглинков. Ложбины древнего стока перекрыты мощными аллювиальными верхнечетвертичными песками, переработанными эоловыми процессами [12]. Геологическая карта представлена на рисунке 10.



- Степной Алтай**  
**Кайнозойская группа**  
**Четвертичная система**
- 1 — Современный отдел. Аллювиальные отложения пойменных террас. Галечники, гравий, пески, суглинки. Озерные и озерно-болотные отложения. Иловатые суглинки, пески, супеси, торф.
  - 2 — Средний — верхний отделы. Аллювиально-озерные отложения, пески, супеси, илы.
  - 3 — Средний отдел. Аллювиально-озерные отложения. Суглинки и супеси, пески, гравий, галечники с валунами.
  - 4 — Нижний — средний отделы. Субаральные отложения. Лессовидные суглинки и супеси с горизонтами погребенных почв, пески, суглинки, илы, глины, иногда с включениями щебня.
- Неогеновая система**
- 5 — Нерасчлененные отложения. Глины гипсонесные и прослойки песка.
- Горное обрамление**  
**Мезозойская группа**  
**Меловая система**
- 6 — Глины пестроцветные, пески алевролитовые, мергели.
- Палеозойская группа**  
**Палеозой нерасчлененный**
- 7 — Эффузивы, сланцы, песчаники, известняки.
- Каменноугольная система**
- 8 — Песчаники, аргиллиты, пласты углей, известняки, глинистые сланцы.
- Девонская система**
- 9 — Песчаники, сланцы, порфиристы, туфы, известняки и конгломераты.
- Силурийская система**
- 10 — Известняки, песчаники, сланцы, конгломераты.
- Ордовикская система**
- 11 — Глинистые сланцы, алевролиты, песчаники, известняки, конгломераты.
- Кембрийская система**
- 12 — Песчаники, сланцы, конгломераты, известняки, туфы, порфиристы.
- Протерозойская группа**
- 13 — Известняки, кварциты, кристаллические сланцы, порфиристы.
- Интрузивные образования различных систем**
- 14 — Граниты, диориты, габбро.
  - 15 — Тектонические разломы.
- Примечание. \* Группа и системы показаны только в геохронологической таблице.

Рисунок 10 – Геологическая карта Алтайского края [14]

Приобское плато расположено на Западно-Сибирской плите – осадочный чехол в областях докайнозойской складчатости (плиты молодых платформ), показано на рисунке 11.

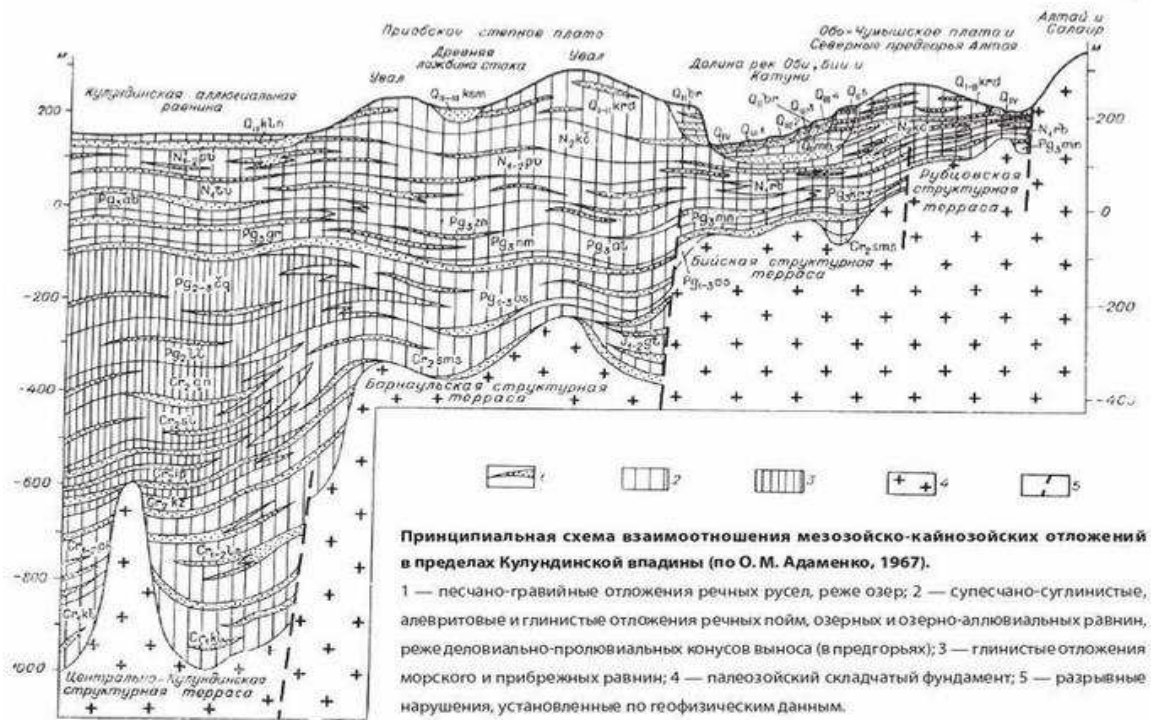


Рисунок 11 – Тектоническая схема Алтайского края [14]

Для Приобского плато характерно густое и интенсивное расчленение в виде оврагов, балок и долин малых рек. Для днищ ложбин древнего стока характерен бугристо-грядовый рельеф, сформированный эоловыми процессами [12].

Рельеф плато осложнен эрозионными геоморфологическими структурами средних и мелких форм: долиной реки Пивоварки, мелкими понижениями. Наиболее крупная эрозионная форма – долина Пивоварки протяженностью 12 км. На западной окраине города существует овраг Сухой лог, протяженностью 8 км. Орографическая карта-схема представлена на рисунке 12.



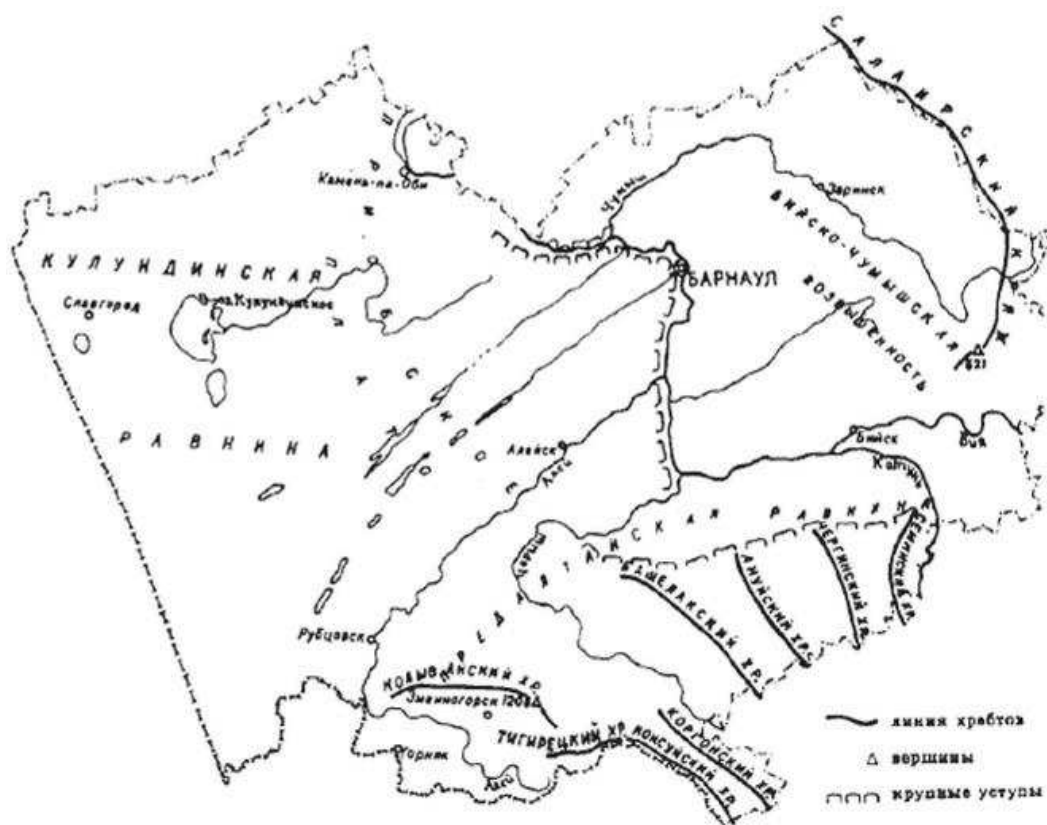


Рисунок 12 – Орографическая карта-схема Алтайского края [14]

Для Приобского плато характерен умеренный континентальный климат. Среднемесячная температура января –  $-16^{\circ}\text{C}$ , среднемесячная температура июля –  $+20^{\circ}\text{C}$ , среднегодовая температура на Приобском плато составляет  $+2,5^{\circ}\text{C}$ . Количество атмосферных осадков составляет 350-400 мм, и увеличивается с юго-запада на северо-восток. Коэффициент увлажнения 0,55-1, что соответствует недостаточному увлажнению. Максимальное количество осадков наблюдается в июле, минимальное – в феврале и марте. Высота снежного покрова составляет 40-55 см. Из-за практически равнинного рельефа Приобское плато подвержено влияниям сильных ветров и вторжениям воздушных масс как со стороны Северного Ледовитого океана, так и из Центральной Азии, с чем связаны резкие перепады температур, резкие изменения погоды. Климат Приобского плато более влажный, чем климат соседних лесостепных равнин Западной Сибири из-за влияния подстилающей поверхности, занятой ленточными сосновыми борами, озерами и болотами и более высокого гипсометрического положения [19].

Самыми крупными реками Приобского плато являются притоки Оби (Чарыш, Алей, Чумыш, Барнаулка, Касмала).

Реки Приобского плато входят в бассейн Северного Ледовитого океана, а также в бассейн Карского моря. Схема гидрологической сети Алтайского края представлена на рисунке 13.

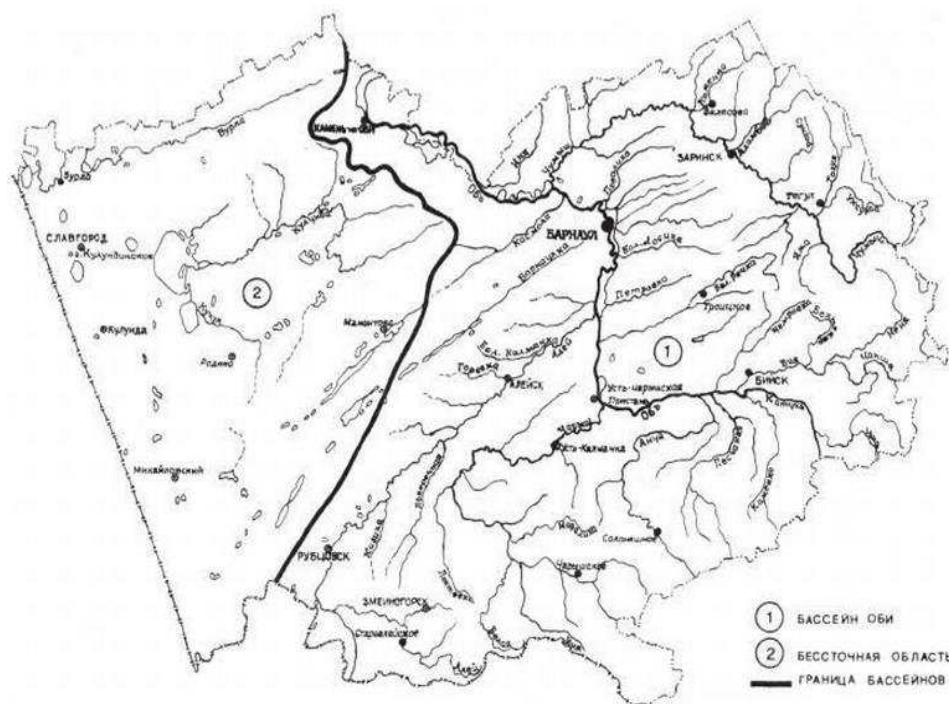
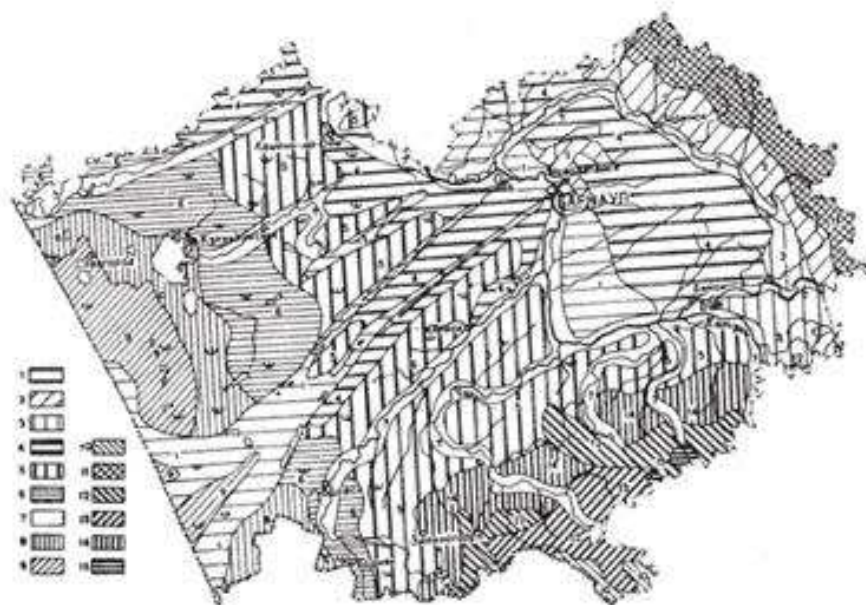


Рисунок 13 – Схема гидрологической сети Алтайского края [14]

Почвы водораздельных увалов формируются на лессовидных суглинках. Преобладают открытые степные пространства, занятые остепненными лугами и луговыми степями на тучных выщелоченных чернозёмах, к западу сменяющиеся обыкновенными и южными черноземами. Местами встречаются берёзовые колки по днищам западин и ложбин, преимущественно на темно-серых лесных почвах. Значительную долю в почвенном покрове занимают лугово-черноземные почвы по днищам балок, ложбин и террас рек, занятых в основном солонцеватыми лугами. Значительная часть водораздельных лессовых ландшафтов распахана и используется под посевы зерновых и технических культур [26]. Показано на рисунке 14.



- | Почвы равнинных территорий:                                  | Почвы горных территорий:                              |
|--|---|
| 1 — Дерново-подзолистые                                      | 10 — Горно-луговые субальпийские и альпийские         |
| 2 — Серые лесные   | 11 — Горно-лесные дерново-глубокоподзолистые          |
| 3 — Черноземы оподзоленные                                   | 12 — Горно-лесные серые оподзоленные                  |
| 4 — Черноземы выщелоченные                                   | 13 — Горно-лесные и черноземовидные                   |
| 5 — Черноземы обыкновенные                                   | 14 — Горные черноземы выщелоченные, реже оподзоленные |
| 6 — Черноземы южные  | 15 — Горные черноземы южные, обыкновенные и типичные  |
| 7 — Лугово-черноземные и луговые, пойменные часто засоленные | 16 — Солонцы и солончаки                              |
| 8 — Темно-каштановые   |   |
| 9 — Каштановые   |   |

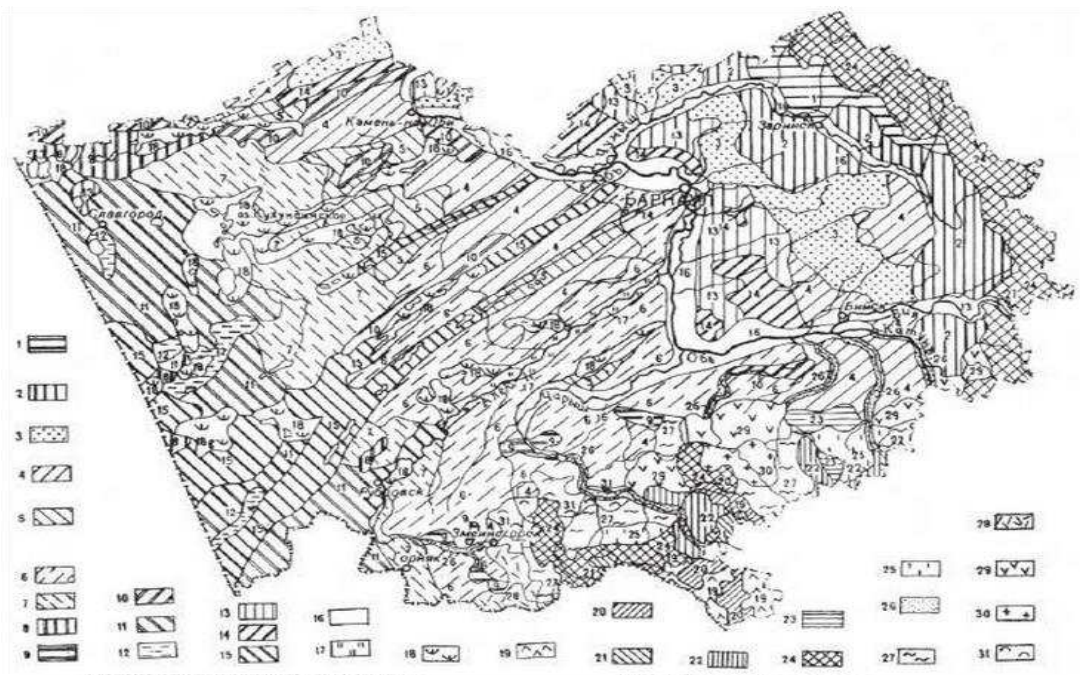
Рисунок 14 – Почвенная карта Алтайского края [14]

Растительность представлена зональными разнотравно-типчаково-ковыльными и типчаковыми степями, огромная часть которых в настоящее время распахана либо претерпела порядочные изменения из-за усиленного выпаса скота. Итогом этой деятельности стало превращение этих территорий в разнотравно-типчаковые, полынно-типчаковые и разнотравно-полынно-типчаковые степи [23].

Произрастают естественные концентратные угодья, которые представлены подобными видами как: солонцеватые и солончаковатые луга с бескильницей тонкой (*Puccinellia tenuissima*), лисохвостом тростниковым (*Alopecurus arundinaceus*), триполиумом обычным (*Tripolium vulgare*). Они занимают огромные участки в приозерных депрессиях и на межколочных полянах. Растительность солонцов и солончаков выработана также на больших площадях по периферии озер, на невысоких террасах ложбин и речных долин. Встречаются такие виды растений как: сведа рожконосная (*Suaeda corniculata*), камфоросма марсельская (*Camphorosma monspeliaca*), полынь селитренная (*Artemisia nitrosa*). По зарастающим озерам встречаются в большом числе тростниковые заросли (*Phragmites australis*). По опушкам колков развиты разнотравно-злаковые луга из мятлика узколистного (*Poa*

*angustifolia*), вейника наземного (*Calamagrostis epigeios*), лабазника вязолистного (*Filipendula ulmaria*).

За полосой водно-болотной растительности на луговых и лугово-болотных солончаковых почвах обычно встречаются злаково-пырейные, злаково-осоковые, реже разнотравно-злаковые луга. Наиболее часто встречаются – пырей ползучий (*Elytrigia repens*), лисохвост тростниковый (*Alopecurus arundinaceus*), полевица гигантская (*Agrostis gigantea*), довольно обильны осоки светлая (*Carex diluta*) и лисья (*C. vulpina*). Из разнотравья присутствуют млечник приморский (*Glaux maritima*), кермек Гмелина (*Limonium gmelinii*), триостренник болотный (*Triglochin palustre*) [38]. Карта растительности представлена на рисунке 15.



**РАСТИТЕЛЬНОСТЬ РАВНИН**

- Подтаежные леса**
- 1 — Березовые, осиново-березовые высокотравные, частично распаханы
  - Луговые степи и остепненные луга, преимущественно распаханные, с байрачными и колочными лесами**
  - 2 — Разнотравно-злаковые, бобово-разнотравно-злаковые остепненные луга в сочетании с березовыми, осиново-березовыми лесами
  - 3 — Злаково-травяниково-разнотравные луговые степи и остепненные луга в сочетании с березовыми, осиново-березовыми лесами
  - 4 — Разнотравно-злаковые, разнотравно-ковыльно-злаковые луговые степи в сочетании с березовыми, осиново-березовыми колочными лесами
  - 5 — Псаммофитно-разнотравно-злаковые луговые степи в сочетании с березовыми, осиново-березовыми остепненными колочными лесами
  - Степи распаханные, с фрагментами естественной растительности**
  - 6 — Богаторазнотравно-ковыльные
  - 7 — Разнотравно-типчаково-ковыльные
  - 8 — Псаммофитно-разнотравно-ковыльные
  - 9 — Петрофитно-разнотравно-пустынноовсцово-красноковыльные
  - 10 — Разнотравно-типчаково-ковыльные в комплексе с галофитными разнотравно-селитряннополынными сообществами
  - 11 — Типчаково-ковыльные
  - 12 — Типчаково-тырсовые в комплексе с галофитными полынноыми сообществами
  - Интразональная растительность (в лесостепной и степной зонах)**
  - 13 — Сосновые, березово-сосновые кустарничково-травяные леса
  - 14 — Сосновые брусничные леса
  - 15 — Сосновые, березово-сосновые остепненные липайничково-травяные леса
  - Луга**
  - 16 — Разнотравно-злаковые, злаковые с зарослями кустарничковых ив, тополевыми и ветловыми лесами
  - 17 — Галофитнозлаковые с зарослями кустарничковых ив, тополевыми лесами

**Галофитные комплексы**

- 18 — Полюнно-типчаковые, лебедовые, сведовые, камфоросмовые

**РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ГОР**

**Высокогорная растительность**

- 19 — Субальпийские высокотравные и низкотравные альпийские луга в сочетании с ерниками, фрагменты горных тундр
- Горные таежные, подтаежные и черневые леса, кустарники, луга, болота**
- 20 — Темнохвойные высокотравные, лиственнично-кедровые травяные и производные березово-осиновые леса и луга на их месте
- 21 — Темнохвойные, лиственнично-кедровые кустарничково-зеленомошные и производные березово-осиновые на их месте
- 22 — Лиственничные, березово-лиственничные кустарничково-травяные в сочетании с луговыми степями и лугами
- 23 — Сосновые, березово-сосновые кустарничково-травяные
- 24 — Осиново-лиственничные высокотравные черневые и производные березово-осиновые на их месте с зарослями кустарников и высокотравными лугами
- 25 — Злаково-разнотравные и высокотравные луга в сочетании с лиственничными и березово-лиственничными лесами
- 26 — Леса (ель, пихта, лиственница, береза)-кустарничково-лугово-болотная по долинам рек
- Горные степи в сочетании с лесами**
- 27 — Осоково-ковыльно-богаторазнотравные луговые степи в сочетании с кустарниками и березово-лиственничными лесами северных склонов
- 28 — Разнотравно-ковыльные, разнотравно-ковыльно-можжевеловые степи в сочетании с кустарниками и березово-лиственничными лесами северных склонов
- Горные степи**
- 29 — Злаково- или осоково-перистоковыльно-богаторазнотравные луговые степи в сочетании с кустарниками
- 30 — Заросли кустарников в сочетании с луговыми степями
- 31 — Разнотравно-ковыльные степи и остепненные луга в сочетании с кустарниками

Рисунок 15 – Карта растительности Алтайского края [14]

Основу фаунистического ансамбля составляют обширно известные степные виды, обитающие в колочной степи, которая на территории

Приобского плато содержит лугово-степные, степные, пойменные биотопы и колки (березово-осиновые и березовые).

Особенное место занимают комплексы птиц, встречающиеся в мелководьях озёр. Из копытных типичны сибирская косуля и лось. Лось, как правило, обитает только в весенне-летне-осенний период. Всюду встречаются колонок, горностай, барсук и обыкновенная лисица [14].

Наиболее спорадичны степной хорек и ласка, распространена американская норка. Нередки заяц-беляк и заяц-русак, а по берегам пресных водоемов – ондатра.

Вероятно, остались поселения серого сурка. Среди маленьких млекопитающих встречаются степная пеструшка, узкочерепная полевка, краснощекий суслик; вблизи полей – полевая мышь, обычная полевка, джунгарский хомячок.

В берегах озер в тростниках проживают полевки водяная и экономка, мыши. Из редчайших животных тут попадаются ушастый еж, большой и мохноногий тушканчики, возможна степная пищуха.

По степным и лугово-степным биотопам обычны полевой жаворонок, полевой конек, белая и желтая трясогузки, черноголовый чекан, обыкновенная каменка, варакушка, северная бормотушка, чибис, перепел, коростель, серая куропатка, кое-где попадает луговой чекан; редок журавль красавка, нерегулярно отмечаются мелкий, серый и белокрылый жаворонки. Встречается в зарослях растений и кустарников садовая камышевка, серая славка, обыкновенная чечевица, дубровник и обыкновенный жулан. А камышовка-барсучок встречается на болотистых местностях. На этих местностях доминируют тростниковые займища, попадают индийская камышевка, тростниковая овсянка, обыкновенный сверчок и желтоголовая трясогузка, и изредка – большая белая цапля [14].

### **3.2 Ленточные сосновые боры Приобского плато**

Ленточный бор – узкая, сильно вытянутая полоса светлохвойного леса в степной зоне. Его длина может достигать 550 км, при этом ширина небольшая – от 5 до 40 км. Своим происхождением ленточные сосновые боры обязаны глобальному похолоданию во времена ледникового периода.

Ленточные боры Алтайского края тянутся в Обь-Иртышском междуречье параллельными полосами с северо-востока на юго-запад и занимают площадь в 1,1 млн. гектаров [18].

Самая северная лента – Аллеуская, имеет длину 110 километров, причем 25 проходят по Новосибирской области. Ширина ленты 5-7 километров, и в вдоль нее протекает река Бурла, в пойме которой встречаются сосняки и участки лиственного леса [20].

Южнее Аллеуской ленты на 120 километров протянулась Кулундинская с максимальной шириной до 8 километров. По большей части ленты протекает река Кулунда. В ленте много лесных озер [14].

В 30 километров от Кулундинской лесной полосы протекает Касмолинская длиной 200 километров и параллельно ей в 10 километрах самая большая лента – Барнаульская – длиной 220 километров. Ширина этих лент от 5 до 10 километров. В районе Волчихи Касмалинская и Барнаульская ленты соединяются, образуя сосновый массив шириной 45 километров.

От восточной части этого массива сосновые леса одной лентой шириной до 25 километров уходят уже в Казахстан, а юго-западная часть Волчихинского бора переходит в Михайловский, а еще севернее – в Ключивские боры. Продолжение Алтайских ленточных боров являются боры Казахстана, которые состоят из отдельных массивов различной величины и формы [22].

### **3.3 Методы исследования**

Для написания выпускной квалификационной работы основным методом исследования является геоинформационный.

Как наука геоинформатика разрабатывает принципы, методы и технологии получения, накопления, передачи, обработки и представления географической информации. С точки зрения интересов географии геоинформатика может рассматриваться в одном ряду с математическими, картографическими, дистанционными методами.

Развитие геоинформатики привело к созданию геоинформационных систем. Географическая информационная система (ГИС) представляет собой комплекс взаимосвязанных средств получения, хранения, переработки, отбора данных и выдачи географической информации.

С помощью геоинформационного метода исследования созданы: топографическая карта Приобского плато, современные границы ленточных и сосновых боров, подсчет площадей гарей лесов.

Геоинформационный метод позволил с точностью обрабатывать большое количество информации, создать наглядные модели явления пожаров.

Так же в работе использовались математические методы, методы пространственного анализа, для расчетов площади гарей, экспозиции склонов, расчет уклона поверхности.

Все исследования проходят в камеральных условиях с использованием геоинформационной системы ArcGIS 10.1 Desktop.

## 4 Материалы и методика

### 4.1 Топографическая карта территории

Для создания топографической основы использованы две растровые карты масштаба 1:1 000 000 N-44 и M-44. Карты найдены в свободном доступе интернета. Топографические карты представлены на рисунках 16 и 17.

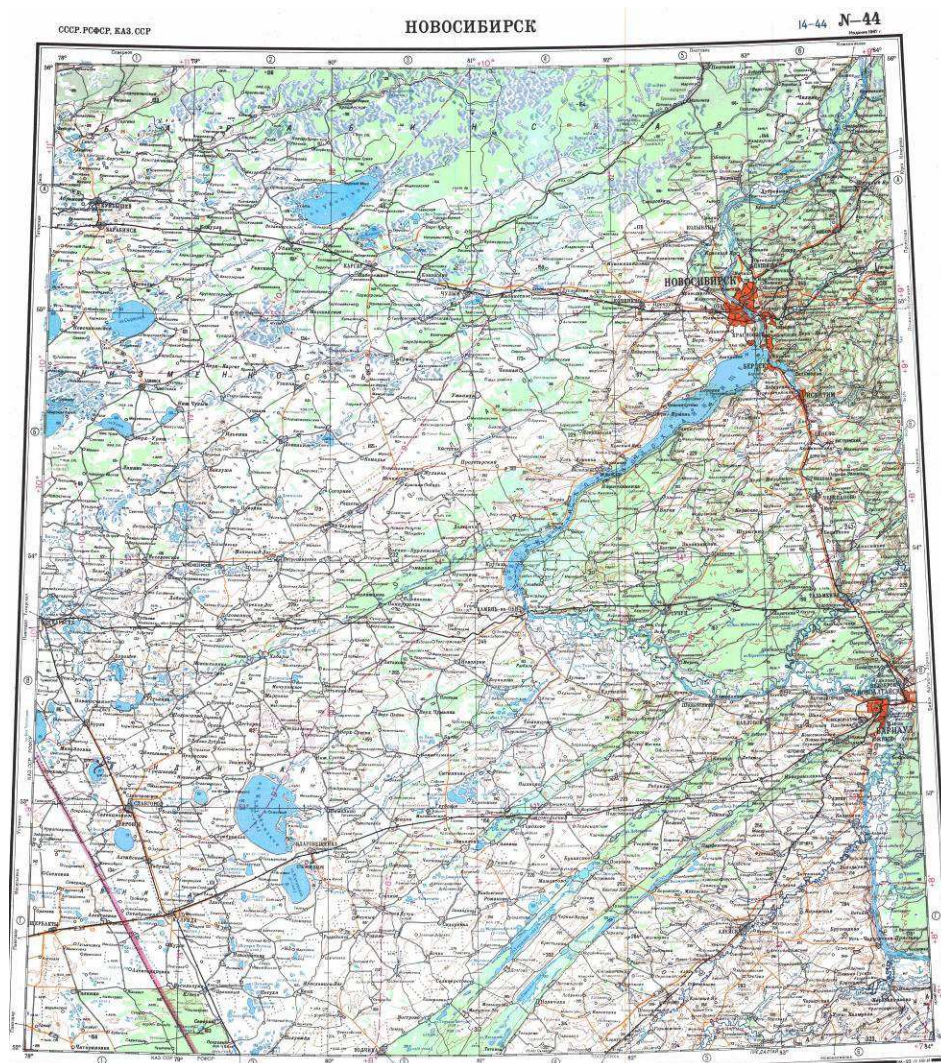


Рисунок 16 – Топографическая карта «Новосибирск» N-44 масштаба 1:1000000 [31]





Рисунок 17 – Топографическая карта М-44 масштаба 1:1000000 [31]

Этап работы соединения двух карт состоит из нескольких задач:

1) Поиск и скачивание топографических карт Алтайского края.

Топографические карты разной масштабности и территории исследования можно найти и скачать во всемирной системе объединённых компьютерных сетей для хранения и передачи информации [1]. Представлено на рисунке 18.



Рисунок 18 – Квадраты, имеющие топографические карты из всемирной системы объединённых компьютерных сетей [31]

2) Настройки систем координат.

Чтобы данные были отображены корректно, каждый фрейм данных использует определенную систему координат. Она определяет проекцию карты для ее отображения во фрейме данных. Система координат фрейма данных не обязательно должна совпадать с системами координат используемых данных [7].

Когда ArcMap открывают с новой пустой картой, система координат фрейма данных по умолчанию не определена. Первый слой, добавляемый в пустой фрейм данных, устанавливает систему координат для фрейма данных, но ее можно потом изменить. При добавлении последующих слоев они автоматически отображаются в системе координат фрейма данных, если система координат источника определена.

В данном проекте используется Проекция Гаусса-Крюгера, Pulkovo\_1995\_GK\_Zone\_14N. Свойства фрейм данных показаны на рисунке 19.

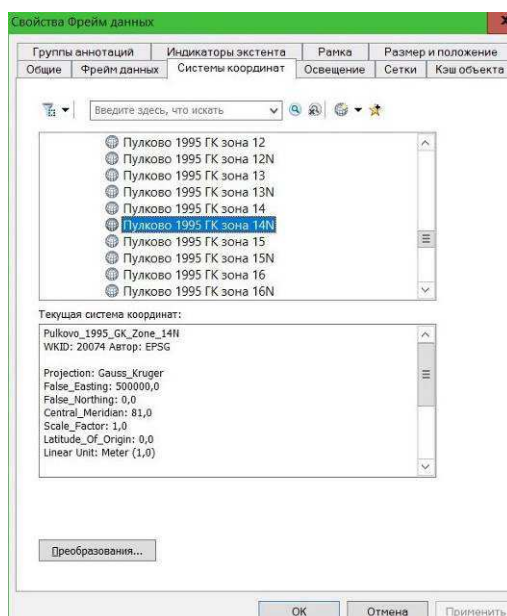


Рисунок 19 – Свойства фрейм данных, составлены автором

Для улучшения результата слияния карт используется программа CreateMapBasis, которая задает параметры генерации математической основы карты (рисунок 20).

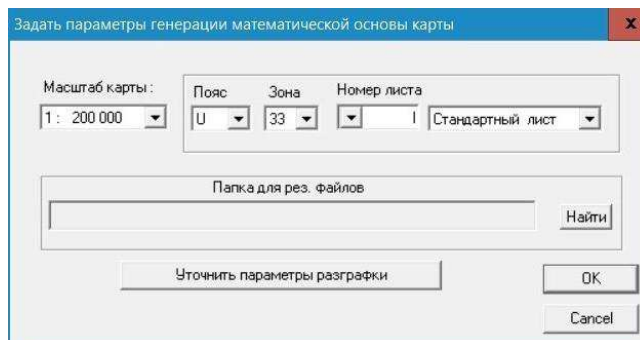


Рисунок 20 – Параметры генерации математической основы карты, составлены автором

С помощью этой программы создаются координатные сетки по заданным параметрам карты (рисунок 21).

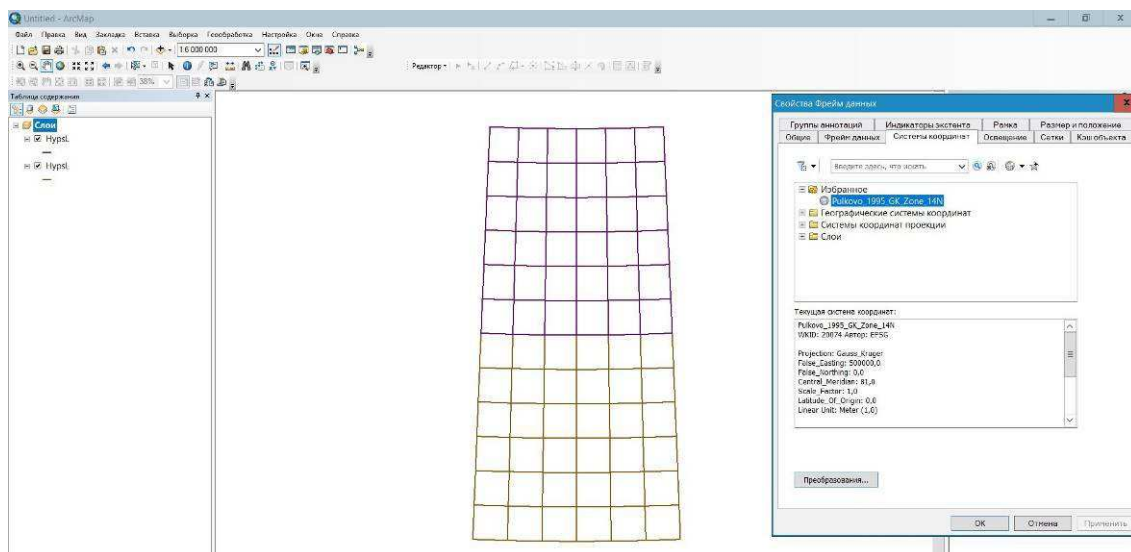


Рисунок 21 – Координатная сетка, составлена автором

Для того чтобы соединить топографические карты с заданной координатной сеткой используется инструмент программы ArcMap – пространственная привязка [11]. Действие инструмента показано на рисунке 22.

Соединяя карту с координатной сеткой, топографической основе автоматически задаются координаты и устанавливается соответствующая проекция.

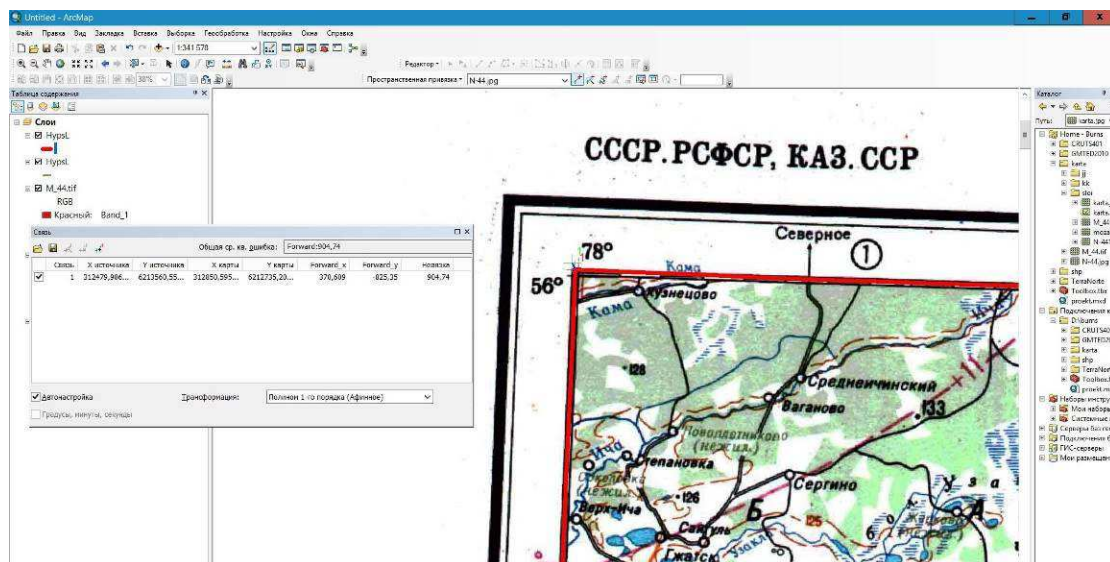


Рисунок 22 – Пространственная привязка карты к координатной сетке, составлена автором

Когда карты привязаны осталось лишь выборочно обрезать края изображения, для того чтобы карты выглядели как одна целая и имели одну

систему координат. Топографическая карта, созданная из двух карт соседних территорий, показана на рисунке 23.

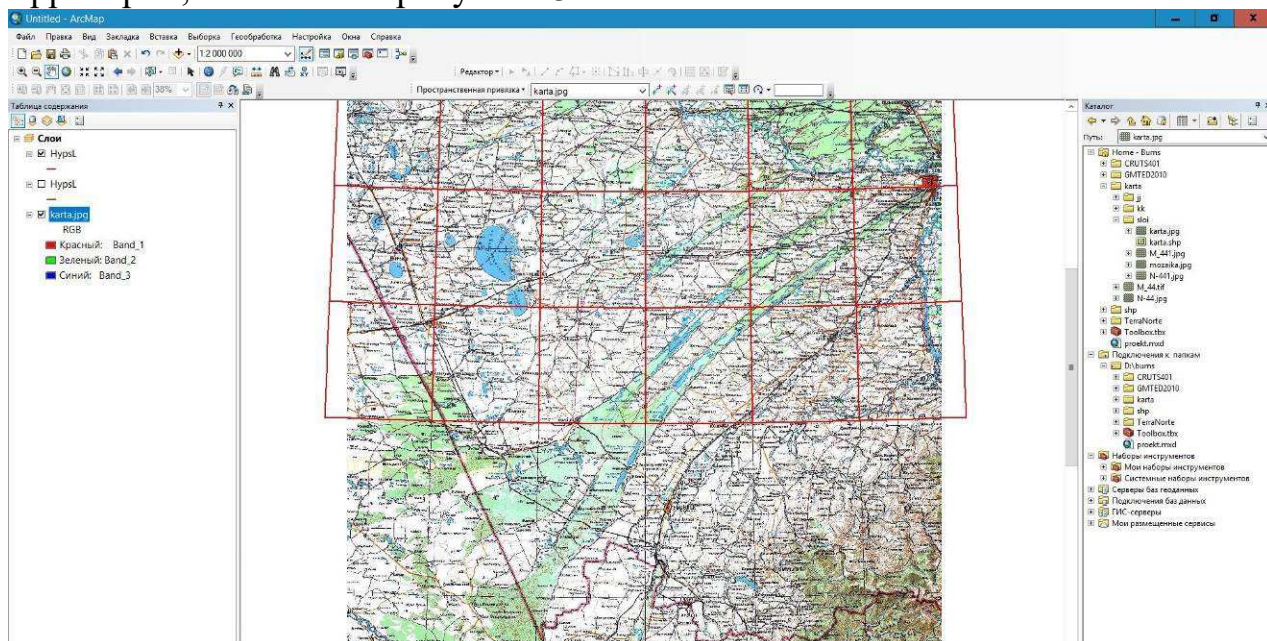


Рисунок 23 – Готовый фрагмент карты, созданный с помощью пространственной привязки, составлен автором

## 4.2 Цифровая модель рельефа GMTED 2010

GMTED (Global Multi-resolution Terrain Elevation Data) – это глобальный набор данных о рельефе, который является новой версией набора данных GTOPO30. Новая модель составлена по данным нескольких источников (таблица 1) и представлена в трех вариантах с пространственным разрешением приблизительно 1000, 500 и 250 метров (30, 15 и 7,5 угловых секунд) [36].

Таблица 1 – Источники GMTED2010 [36]

Источник	Покрытие, %
SRTM	69,92
Antarctica satellite radar and laser altimeter DEM	13,80
DTED® 1	8,71
CDED3	2,26
CDED1	2,24
Greenland satellite radar altimeter DEM	1,79
NED – Alaska	1,01
15-arc-second SPOT 5 Reference3D	0,16
GTOPO30	0,09
NED	0,01
GEODATA 9 second DEM version 2	0,0004

Новые продукты высот были произведены с использованием следующих методов агрегирования: минимальная высота, максимальная высота, средняя высота, стандартное отклонение высоты, систематическая подвыборка и структурный акцент на линии. Также были созданы метаданные для

идентификации источника и атрибутов всех входных данных о высоте, используемых для получения выходных продуктов.

ЦМР охватывает область земного шара между 84° северной и 56° южной широты. В некоторых областях, а именно в Гренландии и Антарктиде, нет данных, доступных в разрешениях 15 и 7,5 угловых секунд [36]. ЦМР представлена на рисунке 24.

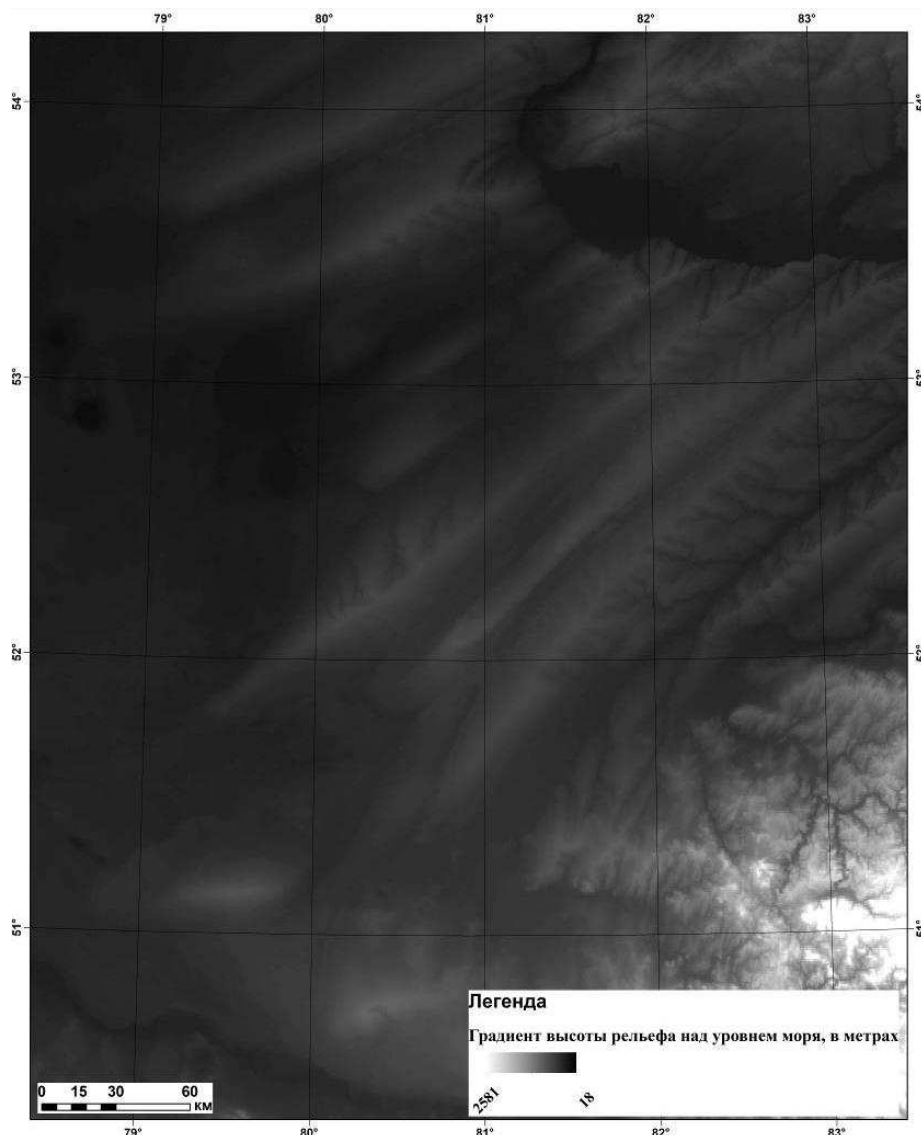


Рисунок 24 – Картосхема цифровая модель рельефа GMTED2010 территории исследования, составлена автором, на основе данных GMTED2010

Метаданные GMTED2010 пригодны для различных региональных континентального масштаба отображения растительного покрова, добычи дренажной функции для гидрологического моделирования, а также геометрические и радиометрические коррекции среднего и низкого разрешения данных спутниковых изображений. Глобальная агрегированная вертикальная точность GMTED2010 может быть суммирована с точки зрения разрешения и среднеквадратической ошибки (RMSE) продуктов по отношению к

глобальному набору контрольных точек (с оценкой глобальной точности 6 м RMSE), предоставляемой NGA [36].

При 30 угловых секунд диапазон RMSE GMTED2010 составляет от 25 до 42 метров; при 15 угловых секунд диапазон находится между 29 и 32 метрами; и при 7,5 угловых секунд – от 26 до 30 метров.

### 4.3 Данные MODIS Active Fire Product

Спектрорадиометр MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) является одним из ключевых инструментов на борту американских спутников серии EOS (Terra (EOS AM-1) и Aqua (EOS PM-1)). Основные характеристики спектрорадиометра MODIS представлены в таблице 2 [34].

MODIS имеет 36 спектральных каналов с 12-битным радиометрическим разрешением в видимом, ближнем, среднем и тепловом инфракрасном диапазонах [2].

Повторяемость съемки 1-2 раза в сутки, что позволяет использовать данные MODIS для решения разнообразных задач по регулярному мониторингу природных явлений (контроль ледовой обстановки, наблюдение динамики снежного покрова, мониторинг лесных пожаров, паводковой ситуации и т.п.).

Таблица 2 – Основные характеристики спектрорадиометра MODIS [34]

№ каналов	Спектральный диапазон (мкм)	Пространств. разрешение (м)	Полоса обзора (км)
1-2	0,62-0,88	250	2300
3-7	0,46-2,16	500	2300
8-19	0,41-0,97	1000	2300
20-25	3,66-4,55	1000	2300
26	1,36-1,39	1000	2300
27-36	6,54-14,39	1000	2300

Широкий диапазон сочетаний параметров предлагаемых типов данных (пространственного разрешения, полосы обзора, спектральной области), частая повторяемость съемки, а также возможность проведения радиолокационной съемки при любых погодных условиях и в любое время суток позволяют использовать их в самых разных областях хозяйственной деятельности.

Существует два основных источника данных о пожарной активности, характеризующиеся своими специфическими подходами: активные очаги горения (active fires, hotspots) и сгоревшие площади (burned areas). При этом подход к детектированию очагов обладает рядом ограничений и не может быть использован для оценки пространственного охвата пройденных огнём территорий, в том числе и из-за того, что в момент активного горения спутник часто отсутствует в точке необходимой для детектирования или она скрыта от

него облачностью. Таким образом, возникает потребность в площадных данных о сгоревших территориях.

До недавнего времени подобная информация отсутствовала в глобальном масштабе. В последнее десятилетие ситуация стала меняться: было выполнено множество работ по разработке алгоритмов обнаружения сгоревших площадей и их картированию на базе данных дистанционного зондирования низкого (~1000 м) и среднего (250-500 м) пространственных разрешений (ERS ATSR, NOAA-AVHRR, SPOT-VEGETATION и MODIS). Из всех вышеназванных сенсоров MODIS больше других подходит для задач мониторинга сгоревших площадей, поскольку он обладает отличными показателями временного разрешения [2].

В данной дипломной работе использовался продукт Burned Area со спутника TERRA спектрорадиометра MODIS. Данный продукт представляет собой серию композитных снимков, сделанных через каждые 32 дня в течение каждого года, в которых содержатся данные о гарях. Кодовое название продукта MCD45A1.

Гари характеризуются осадками угля и золы, отсутствием или изменением структуры растительности, изменением температуры. Алгоритм MODIS, используемый для отображения гарей, использует спектральные, временные и структурные изменения. Алгоритм MODIS Burned Area отображает приблизительный день горения для каждого пикселя (500 м) используя разновременные данные отражения земной поверхности [2].

В каждом пикселе имеется информация:

- Наличие гарей, если значение пикселя от 1 до 366 и отсутствие гарей, если значение пикселя 0;
- Или специальный код, указывающий на отсутствие решения при недостаточности, плохом качестве или размытости данных.

Одним из самых важных достоинств алгоритма является то, что он отображает пространственные масштабы последних пожаров, а не пожаров, которые происходили в предыдущие сезоны и годы. Специально разработанный для MCD45 алгоритм обнаружения сгоревших участков основан на анализе временных серий ежедневных данных об отражательной способности поверхности. Алгоритм использует двулучевую функцию отражательной способности (BRDF) и позволяет детектировать только свежие территории, пройденные огнем, исключая площади, сгоревшие ранее (например, в прошлом году или в прошлом месяце). Основная идея заключается в ретроспективном анализе коэффициентов отражения каждого пикселя и предсказании его последующего значения. В случае если предсказанное значение отличается от непосредственно наблюдаемого на некоторую пороговую величину, то анализируемый пиксель считается пикселем-кандидатом на отнесение к «сгоревшим». Для окончательного отнесения пикселя в разряд «сгоревших», требуется чтобы он прошел тест на временную устойчивость (выполняется на основе данных об его отражательной способности в последующие дни).

Данный продукт ведет учет сильных пожаров. Плохо отображает низовые пожары, так же облачность снижает эффективность работы алгоритма Burndate.

Алгоритм работает с точностью 8 дней до и после того месяца, в котором обнаружена гарь. Таким образом, период времени, в котором могла появиться гарь, составляет 56 дней. Пример данных гарей представлен на рисунке 25.

## Содержание /Collection6/SHP/Win15/2005/

 [родительский каталог]







	Имя	Размер	Последнее изменение
	MCD64monthly.A2005001.Win15.006.burndate.shapefiles.tar.gz	25.3 kB	27.01.2017, 7:00:00
	MCD64monthly.A2005032.Win15.006.burndate.shapefiles.tar.gz	136 kB	27.01.2017, 7:00:00
	MCD64monthly.A2005060.Win15.006.burndate.shapefiles.tar.gz	368 kB	27.01.2017, 7:00:00
	MCD64monthly.A2005091.Win15.006.burndate.shapefiles.tar.gz	955 kB	27.01.2017, 7:00:00
	MCD64monthly.A2005121.Win15.006.burndate.shapefiles.tar.gz	239 kB	27.01.2017, 7:00:00
	MCD64monthly.A2005152.Win15.006.burndate.shapefiles.tar.gz	869 kB	27.01.2017, 7:00:00
	MCD64monthly.A2005182.Win15.006.burndate.shapefiles.tar.gz	2.7 MB	27.01.2017, 7:00:00
	MCD64monthly.A2005213.Win15.006.burndate.shapefiles.tar.gz	1.7 MB	27.01.2017, 7:00:00
	MCD64monthly.A2005244.Win15.006.burndate.shapefiles.tar.gz	1.5 MB	27.01.2017, 7:00:00
	MCD64monthly.A2005274.Win15.006.burndate.shapefiles.tar.gz	1.2 MB	27.01.2017, 7:00:00
	MCD64monthly.A2005305.Win15.006.burndate.shapefiles.tar.gz	53.0 kB	27.01.2017, 7:00:00
	MCD64monthly.A2005335.Win15.006.burndate.shapefiles.tar.gz	26.0 kB	27.01.2017, 7:00:00

Рисунок 25 – Пример данных гарей за 2005 год, за 12 месяцев, составлен автором

### 4.4 Климатические данные CRU TS4.01

Климатические данные были взяты с сайта «Отдел климатических исследований Университета Восточной Англии (CRU)».

Наборы данных содержат в себе привязку к координатной сетке территории всей Земли, кроме Антарктиды, с шагом 0,5 °.

Данные по временным рядам с привязкой к сетке (CRU) (TS), версия 4.01, представляют собой месячные изменения климата за период 1901-2016 года, предоставленные с пространственным разрешением 0,5 × 0,5 градусов. Созданы сотрудниками отдела CRU в университете Восточной Англии [35].

CRU TS4.01 переменными являются облачный покров, дневной диапазон температур, частота морозного дня, потенциальная эвапотранспирация (ПЭТ), осадки, среднесуточная температура, среднемесячная дневная максимальная и минимальная температура, а также давление водяного пара за период январь 1901 – декабрь 2016.

CRU TS4.01 данные были получены с использованием интерполяции углово-дистанционных взвешиваний. Все релизы версии 3 использовали процедуры триангуляции в IDL.

CRU TS4.01 данные представляют собой среднемесячные grids с привязкой к сетке, основанные на ежемесячных данных наблюдений, рассчитанных национальными Метеорологическими службами и другими внешними агентами на основе ежедневных или субдневных данных. Файлы



данных ASCII и NetCDF содержат среднемесячные значения для различных параметров [35].

Все выходные файлы CRU TS являются фактическими значениями, а не аномалиями.

Анализ производится из данных температуры и влажности. Каждые из них содержат в себе минимальные, максимальные, средние значения.

#### **4.5 Программное обеспечение**

В качестве программного обеспечения был использован ArcGIS – основной профессиональный ГИС-пакет компании ESRI, который позволяет производить все операции от первичной обработки снимка до подготовки карты к печати. ArcGIS распространяется на коммерческой основе, но существует возможность бесплатного получения по программе грантов. В программном пакете ArcGIS 10 проведены статистическая обработка пространственных данных и подготовка итоговых карт [11].

ArcMap представляет пользователю огромный пакет инструментов, с помощью которых можно создавать и работать с картами. Системный набор инструментов представлен на рисунке 26.

Для статистической обработки и представления результатов использованы средства пакета Microsoft Office.

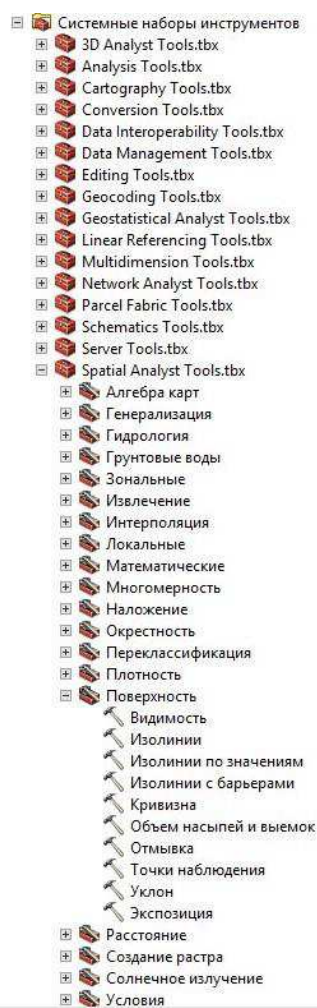


Рисунок 26 – Системный набор инструментов ArcMap, составлен автором  
**4.6 Методика**

Как и все остальные приложения, ГИС-приложение может сохранять свои данные в файлы на диске. Существует множество различных форматов для ГИС-данных, но наиболее распространённым, является shape-файл. Он состоит как минимум из трех разных файлов, которые и используются для хранения векторных данных в цифровом виде, как показано в таблице 3 [16].

Таблица 3 – Файлы, которые используются для хранения векторных данных в цифровом виде [16]

Расширение	Описание
.shp	В этом файле хранится геометрия векторных объектов
.dbf	Файл содержит атрибуты объектов
.shx	Это индексный файл, помогающий ГИС-приложению находить объекты быстрее.

На территории исследования выделяются ленточные сосновые боры. Для этого необходимо оцифровать фрагменты карты.

Для того чтобы оцифровать какой-либо объект требуется в ArcMap создать новый shape-файл. Процесс обычно начинается с выбора «нового векторного слоя» в ГИС-приложении и указании типа геометрии. Это выбор между

точками, линиями и полигонами. В данном случае использовались типы геометрии: линии и полигоны (рисунок 27).

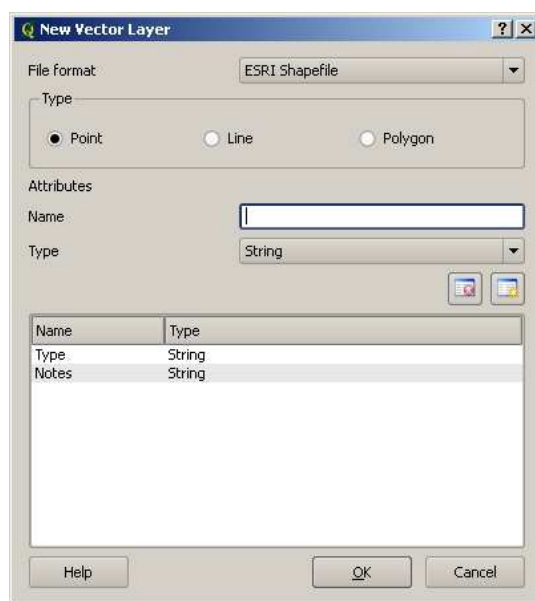


Рисунок 27 – Создание нового shape-файла, составлено автором

Редактирование shape-файла, выбрав пункт «начать редактирование» в меню или нажав соответствующую кнопку на панели инструментов. Shape-файлы по умолчанию открываются в режиме «только чтение» чтобы предотвратить случайное изменение или удаление данных [21]. После перехода в режим редактирования можно добавлять данные. Создание записи в shape-файле условно разбивается на два шага:

1. Создание геометрии;
2. Ввод атрибутов.

Картосхема с представленными на ней основными борами показана на рисунке 28.

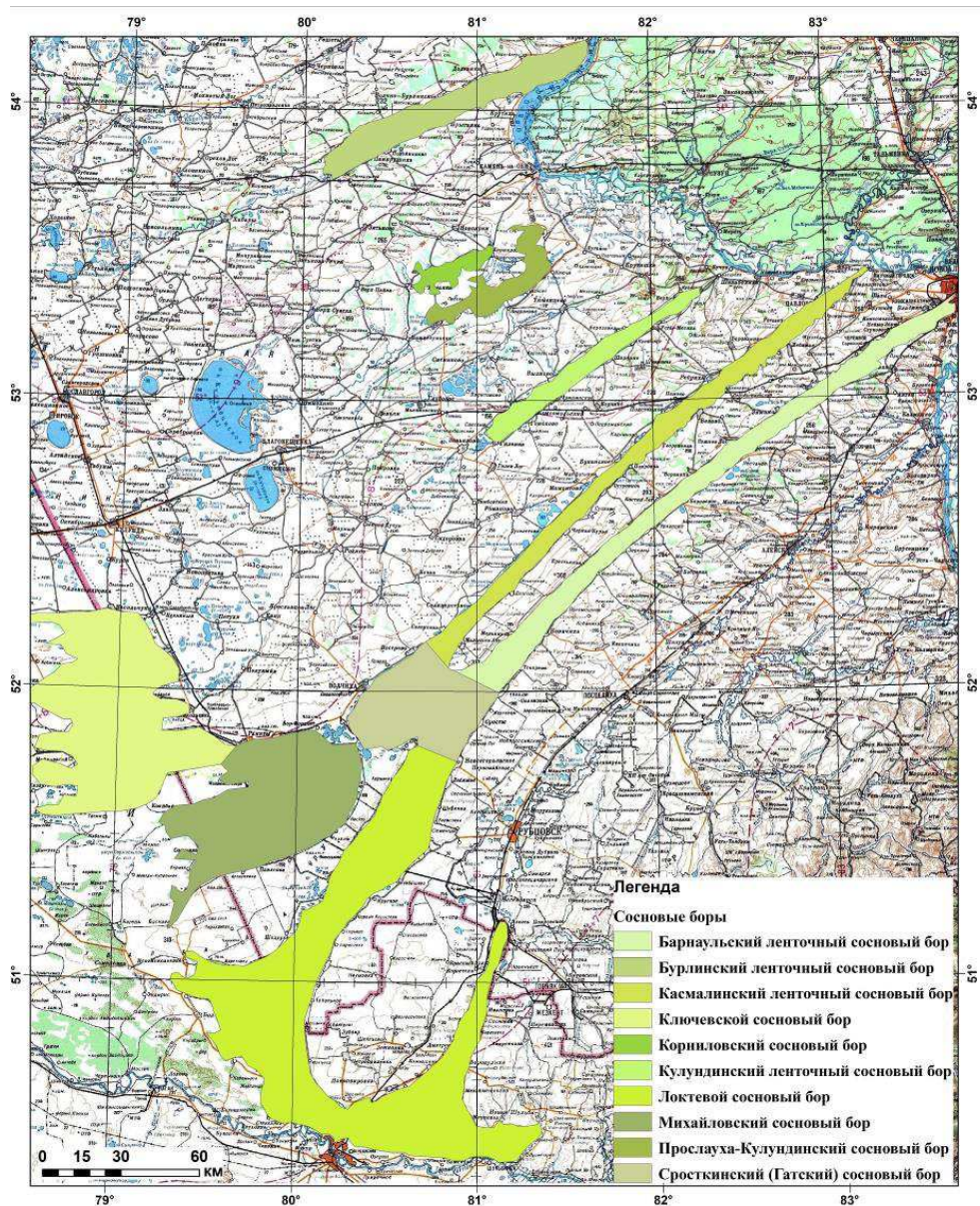


Рисунок 28 – Картограмма сосновых боров территории исследования, составлена автором

На основе данных цифровой модели рельефа GMTED2010 получены растры высот над уровнем моря, экспозиций и крутизны склонов территории исследования и территорий, занятых сосновыми лесами. Для этого были использованы инструменты поверхности Spatial Analyst, «Уклон» (Slope; рисунок 32) и «Экспозиция» (Aspect; рисунок 33), далее растры были вырезаны по маске слоя лесов и предварительно созданных полигонов участков с помощью инструмента «Извлечь по маске» (Extract by Mask; рисунок 34) [27]. Все операции проводились в проекции Гаусса-Крюгера, Pulkovo\_1995\_GK\_Zone\_14N. Полученные картограммы уклона, экспозиции, и высоты рельефа представлены на рисунках 29-31.

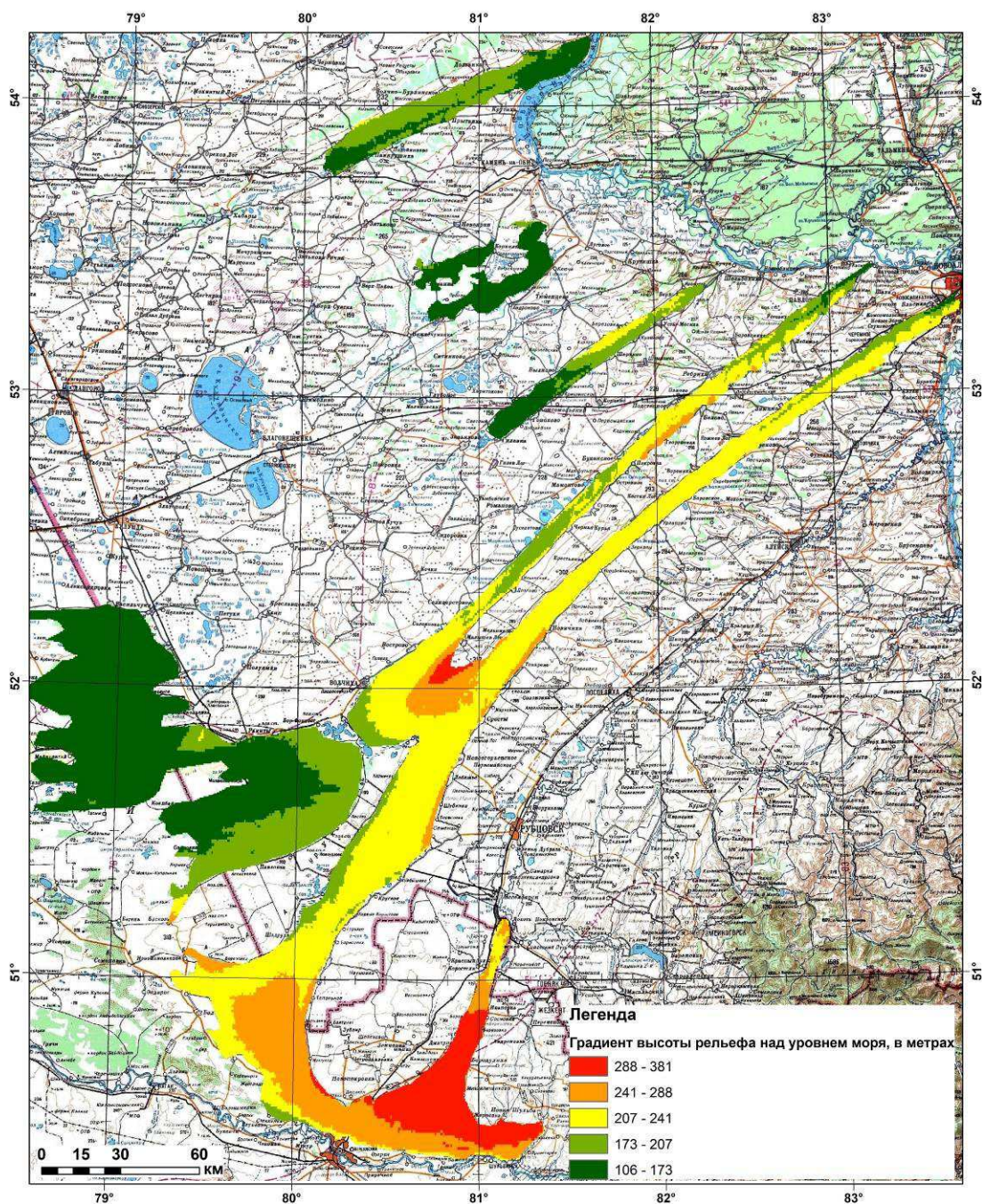


Рисунок 29 – Картосхема высоты рельефа над уровнем моря на территории сосновых лесов, составлена автором, на основе данных GMTED2010 и RLC2010

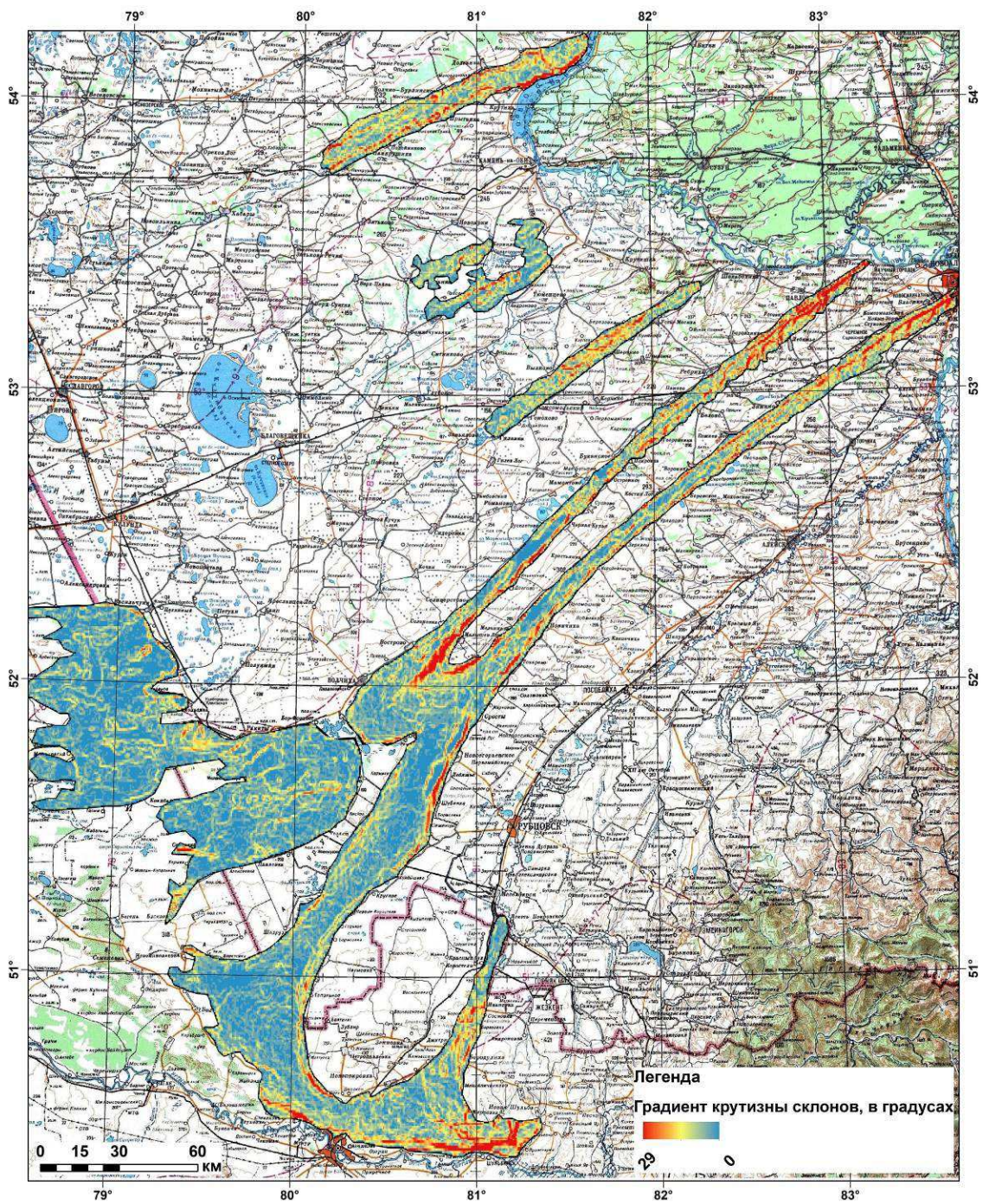


Рисунок 30 – Картограмма крутизны склонов на территории сосновых лесов, составлена автором, на основе данных GMTED2010 и RLC2010

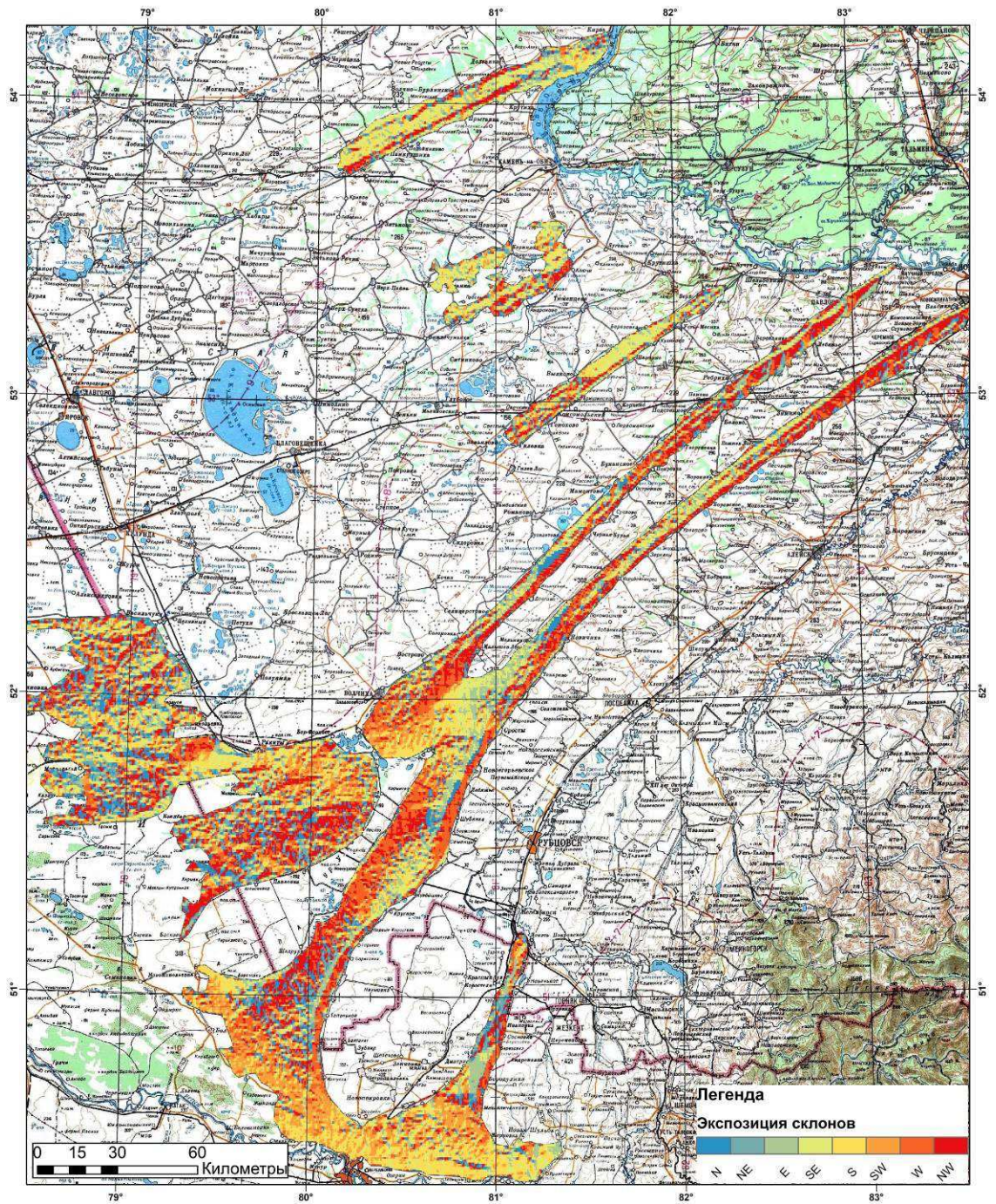


Рисунок 31 – Картосхема экспозиции склонов на территории сосновых лесов, составлена автором, на основе данных GMTED2010 и RLC2010

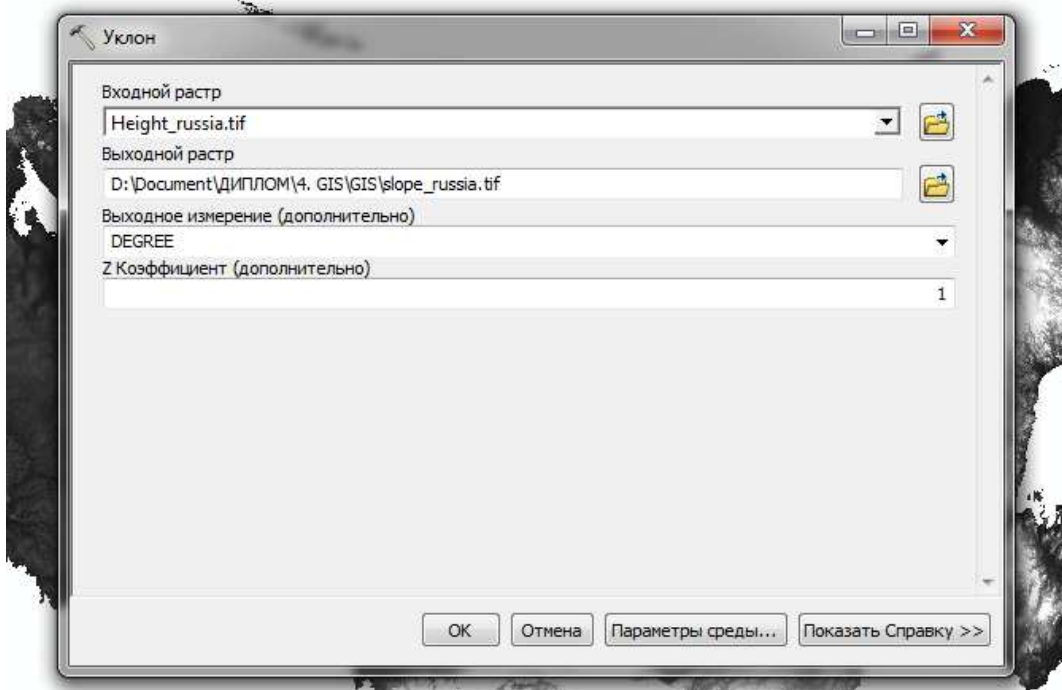


Рисунок 32 – Уклон, составлен автором

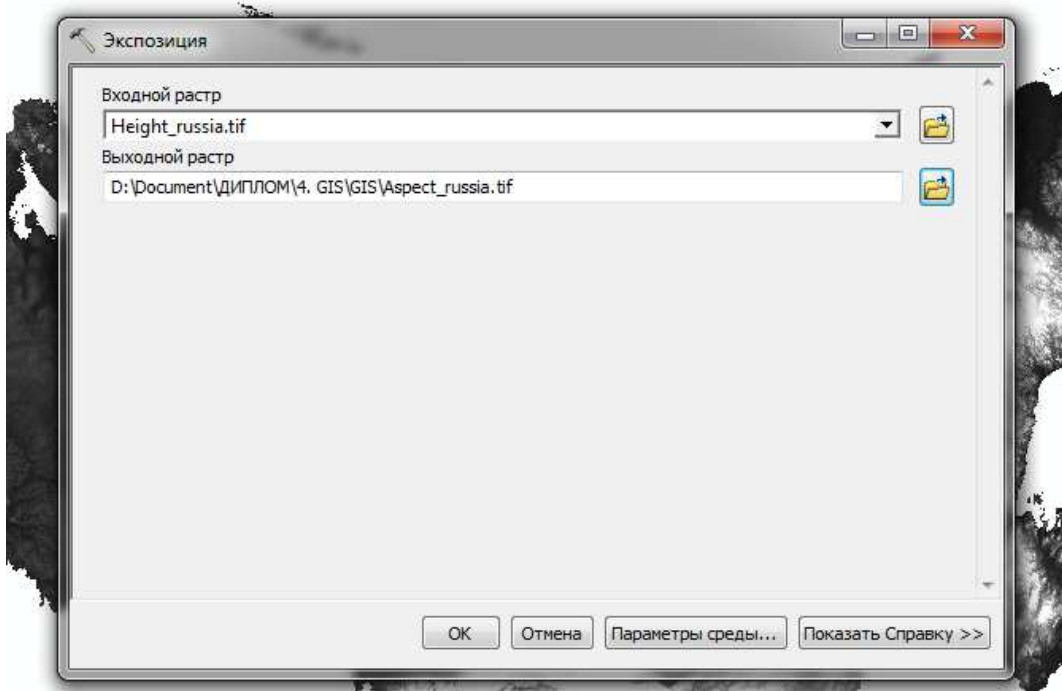


Рисунок 33 – Экспозиция, составлена автором



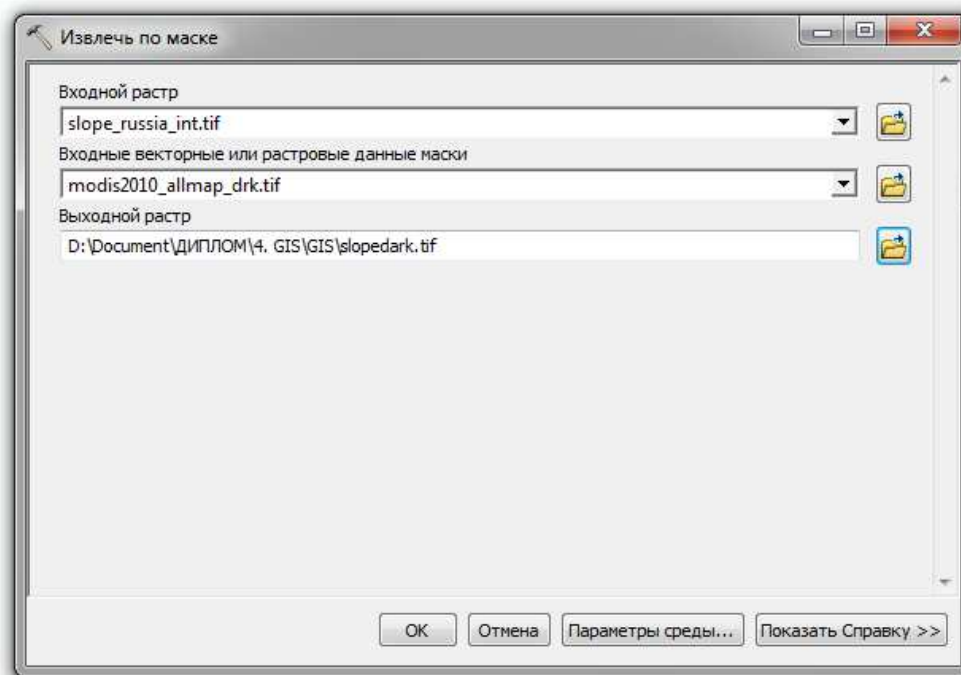


Рисунок 34 – Извлечь по маске, составлено автором

В ходе анализа из полученных слоев извлекли необходимые статистики. Это позволило анализировать как статистические значения параметров, так и количество пикселей в каждом топографическом положении [29].

С помощью Microsoft Office Excel рассчитаны площади каждой группы высоты над уровнем моря, крутизны и экспозиции склонов рельефа территорий, занятых сосновыми лесами, в пределах каждого участка путем перемножения количества на размер пикселей в метрах.

Загружаем скаченные слои гарей в ArcMap.

Данных о пожарах очень много, так как съемка велась каждый месяц в течении 17 лет. Поэтому с помощью инструмента «вырезание» выделяем полигональные области пожаров только на созданных ранее полигонах сосновых боров.

В ходе выполнения работы был выполнен ряд пошаговых действий, создав модель и запустив ряд инструментов в ModelBuilder. Начать работу, добавив инструмент в ModelBuilder и указав значения для параметров инструмента. Это произведет создание процесса в модели [31]. Модель создается посредством соединения процессов (рисунок 35). Картосхема ареалов распространения гарей на территории сосновых боров представлена на рисунке 36.

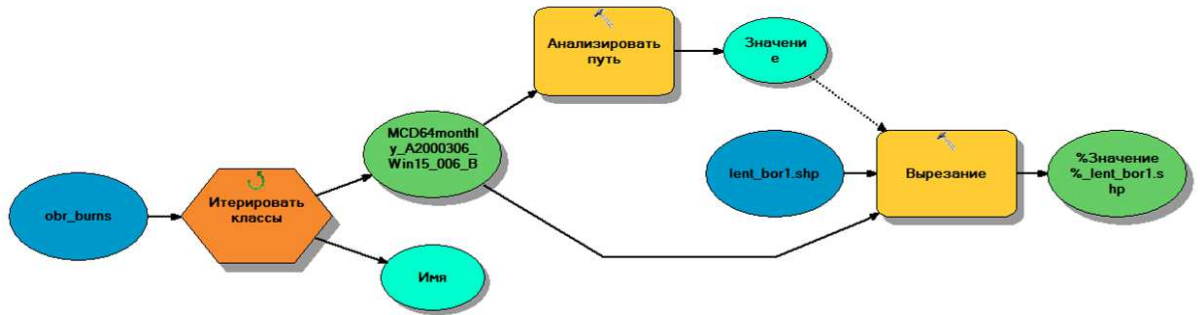


Рисунок 35 – Модель вырезания гарей по границам сосновых боров, составлена автором

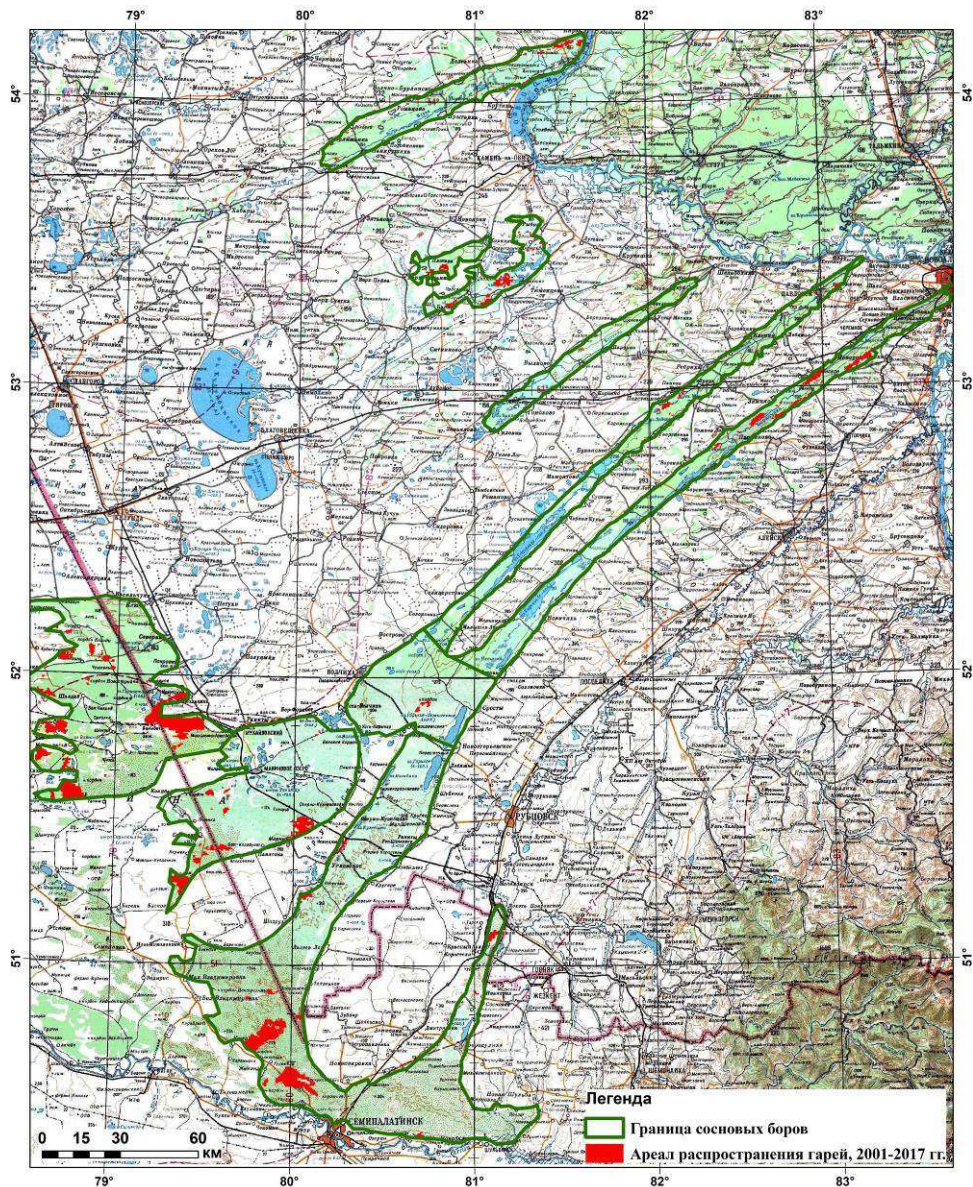


Рисунок 36 – Картосхема ареалов распространения гарей на территории сосновых боров, составлена автором, на основе данных MCD45

Еще геоинформационные технологии полезны своим умением формировать информацию в атрибутивные таблицы, которые в дальнейшем можно экспортировать в удобном формате (рисунок 37) [33].

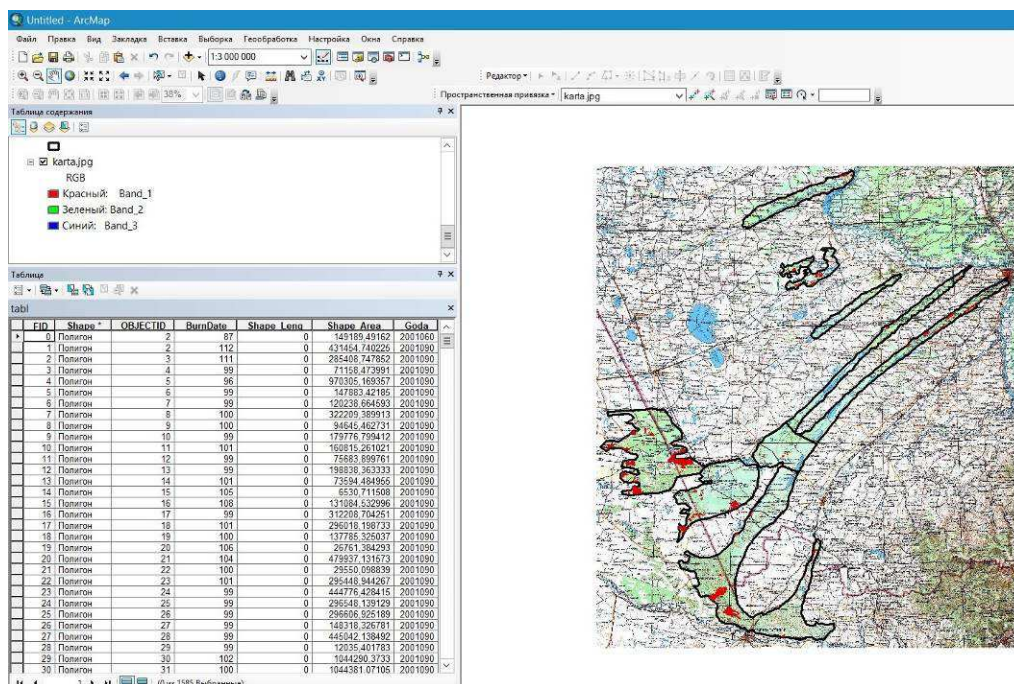


Рисунок 37 – Атрибутивные данные сосновых боров, составлены автором, на основе данных MCD45

В ходе анализа из полученных слоев извлекли необходимые статистики (средние значения, суммы площадей и даты гарей).

С помощью Microsoft Office Excel рассчитаны площади гарей территорий, занятых сосновыми лесами.

Аналогичные действия проводятся для данных температур и влажности.

## 5 Закономерности распределения сосновых боров

### 5.1 Распространение сосновых боров на склонах разной крутизны

Из извлеченной статистики по крутизне склонов составлена таблица 4. По данным таблицы был построен рисунок 38.

Таблица 4 – Распределение сосновых боров по склонам разной крутизны, составлено автором

Уклон, °	Площадь лесов, км <sup>2</sup>
0-0,2	9073,5
0,2-0,4	3806,75
0,4-0,6	1571
0,6-0,8	658,25
0,8-1	283,75
1-1,2	135
1,2-1,4	66,5
1,4-1,6	32,25
1,6-1,8	17,75
1,8-2	15,25
2-2,2	10,75
2,2-2,4	4,75
2,4-2,6	2,75
2,6-2,8	1,25
2,8-3	0,25

По данным рисунка 38 видно, что рельеф поверхности, занятый сосновыми борами, практически не имеет уклона. Самый максимальный для данной территории равен 3 градусам.

Можно сделать вывод, что большинство сосновых боров произрастают на пологих склонах.

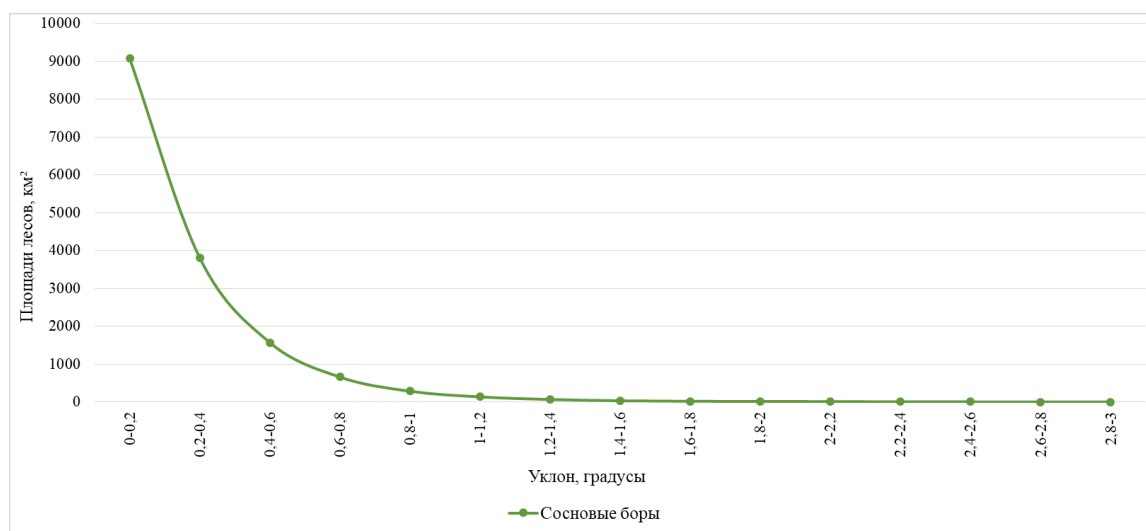


Рисунок 38 – Распределение сосновых боров в зависимости от уклона поверхности, составлено автором

## 5.2 Распространение сосновых боров на склонах разной экспозиции

Из извлеченной статистики по экспозиции склонов составлена таблица 5. По данным таблицы был построен рисунок 39.

Таблица 5 – Распределение сосновых боров по склонам разной экспозиции, составлено автором

Экспозиция	Площадь лесов, км²
С	8517
СВ	5490
В	6740
ЮВ	10487
Ю	11975
ЮЗ	9685
З	10638
СЗ	12905

На рисунке 39 показано, что сосновые боры Приобского плато и его окрестностей произрастают на южных и северо-западных склонах. Это обусловлено и рельефом местности и расположением самих ленточных сосновых боров. Боры растут больше всего на северо-западном склоне, меньше всего на северном.

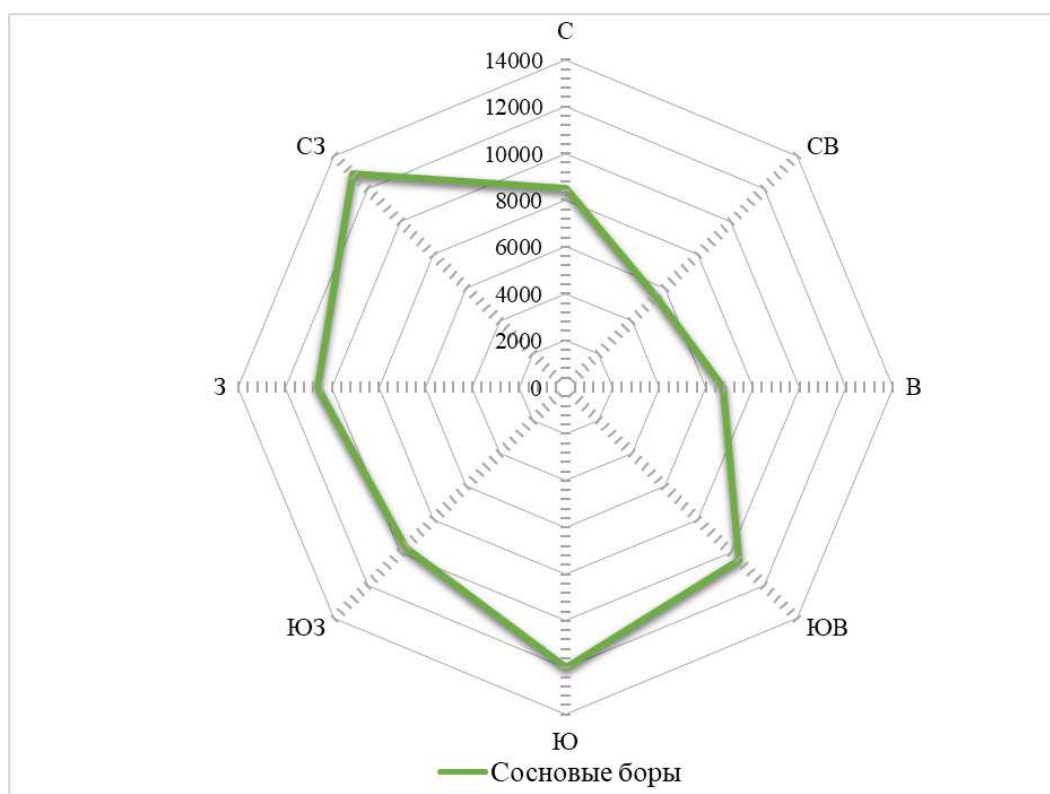


Рисунок 39 – Распределение сосновых боров в зависимости от экспозиции склона, составлено автором

### 5.3 Распределение сосновых боров по градиенту высот над уровнем моря

Из извлеченной статистики по высотным уровням составлена таблица 6. По данным таблицы был построен рисунок 40.

Таблица 6 – Распределение сосновых боров по высотным уровням, составлено автором

Высота, м	Площадь лесов, км <sup>2</sup>
100-130	202,5
130-160	3555
160-190	4621,25
190-220	3763,75
220-250	4736,75
250-280	1363,5
280-310	727,25
310-340	602,5
340-370	180
370-400	2

По данному 40 рисунку можно сделать вывод о том, что большинство по площади лесов располагаются от 150 до 250 метров над уровнем моря. Это обусловлено рельефом местности.

На данном рисунке выделяются три пика. Сосновые леса располагаются максимум до 360 метров над уровнем моря. Но большая их часть располагается на равнинах и впадинах.

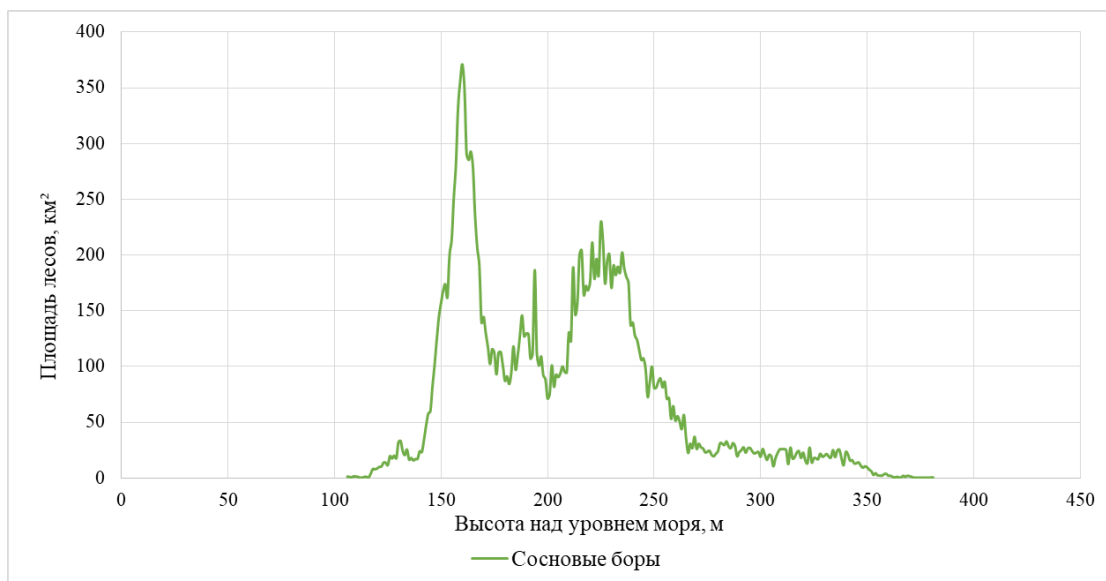


Рисунок 40 – Распределение сосновых боров по высоте над уровнем моря, составлено автором

Выводы. Возникновение, распространение и развитие лесных пожаров зависят от ряда факторов, таких как: рельеф местности, растительные, погодные и другие условия.

В лесу в изобилии имеются горючие материалы и кислород воздуха. Источник высокой температуры, который может вызвать горение, попадает извне. Это оставленный без присмотра и разведенный вне установленного места костер, горящий окурок или спичка, искры из выхлопных труб различных механизмов, выжигание остатков прошлогодней растительности и горючего хлама, другие источники огня, связанные с деятельностью человека, и разряды молний.

Рельеф местности оказывает своеобразное влияние на распространение пожаров. В течение дня, по мере того как солнце нагревает земную поверхность, происходит нагрев и подъем вверх слоев воздуха, находящихся у земли. Поэтому в течение дня воздушные потоки обычно “текут” вверх по ложбинам и склонам. Вечером и ночью поверхность земли охлаждается, воздушные потоки меняют свое направление и текут вниз по ложбинам и склонам. Что касается ветровых потоков, то они связаны той же закономерностью: днем ветер дует вверх по склону, ночью – вниз по склону [30].

Пожар легко распространяется вверх по склону, и чем круче склон, тем выше скорость движения, если ветер не обладает силой, способной изменить эту ситуацию. Так, при склоне крутизной  $5^{\circ}$  скорость распространения кромки пожара увеличивается в 1,2 раза, при  $10^{\circ}$  – в 1,6, при  $15^{\circ}$  – в 2,1, при  $20^{\circ}$  – в 2,9 и при крутизне склона в  $25^{\circ}$  скорость распространения кромки пожара

увеличивается в 4,1 раза [5]. При подъеме вверх по склону огонь пожара находится на незначительном расстоянии от нижней части крон деревьев. Это вызывает их прогрев, подсушивание и более быстрое воспламенение. Теплый воздух поднимается вверх по склону и вызывает “тягу”, в результате увеличивается скорость распространения огня. В то же время на крутых склонах горящие материалы могут скатываться вниз и создавать новые очаги горения [30].

Так же возникновение и распространение пожаров связано с азимутальным расположением склонов. Учитывая, что в воздухе всегда присутствует влага в виде водяных паров, на южных склонах вероятность возникновения пожара гораздо выше, чем на северных. Это связано с тем, что северные склоны менее прогреваемые, и количество влаги, содержащееся в воздухе и в почве гораздо выше, чем на южных склонах, что отражается на влагосодержании горючих материалов. Южные склоны, наоборот более прогреты и соответственно сухие, что приводит к легкому и быстрому воспламенению горючих веществ [30].

[Изъята глава 6].



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, следует констатировать, что ГИС в настоящее время представляют собой современный тип интегрированной информационной системы, применяемой в разных направлениях. Они отвечают требованиям глобальной информатизацией общества. ГИС является системой способствующей решению географических и экономических задач на основе средств и методов информатизации, т.е. способствующей процессу информатизации общества в интересах прогресса.

В данной работе рассмотрена история геоинформационных систем и выделено 3 периода их формирования. Установлены функциональные возможности ГИС.

Проведен пространственный анализ распределения сосновых боров на территории исследования. Сосновые леса предпочитают склоны южных, северо-западных экспозиций с крутизной от 0 до 3 градусов на высоте от 100 до 400 метров над уровнем моря.

Выполнена обработка снимков, созданы модели для расчета площадей гарей в зависимости от года, от высоты над уровнем моря, от азимутального направления склона [4].

Построены графики пространственно-временного распределения гарей, в том числе с учетом рельефа местности.

За период с 2001 по 2017 года площадь гарей на территории сосновых лесов Приобского плато составила 992,32 км<sup>2</sup>.

С помощью построенных графиков было выделено 4 года, характеризующиеся большей площадью лесов пострадавших от пожаров. Такие года как: 2003 (285,03 км<sup>2</sup>), 2005 (120,14 км<sup>2</sup>), 2010 (149,63 км<sup>2</sup>), 2011 (93,34 км<sup>2</sup>).

Так же в ходе работы было выявлено, что наиболее обширные пожары возникают в апреле, июне и сентябре.

Следует сделать вывод о том, что пожары возникают из-за климатических особенностей, таких как показатели влажности и температуры, и деятельности человека, таких как несоблюдение правил поведения с огнем на лесных территориях.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанная методика анализа и найденные закономерности могут применяться в дальнейших исследованиях с учетом комплекса других факторов (локальные условия, время и т.д.) и при планировании лесозащитных мероприятий.

Таким образом, поставленные задачи решены в полной мере.

В ходе работы получены новые знания и навыки по проведению научно-технической работы с применением пространственного анализа с помощью ГИС-инструментов программы ArcGIS.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абломейко, С. В. Географические информационные системы. Создание цифровых карт : справочное пособие / С. В. Абломейко, Г. П. Апарин, А. Н. Крючков. – Минск : ИТК НАН РБ, 2000. – 440 с.
2. Барталев, С. А. Спутниковое картографирование растительного покрова России по данным спектрорадиометра MODIS / С. А. Барталев, В. А. Егоров, Д. В. Ершов, А. С. Исаев [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – Москва, 2011. – Т. 8, № 4. – С. 285–302.
3. Берлянт, А. М. Картография : учебник для вузов / А. М. Берлянт. – Москва : Аспект Пресс, 2001. – 336 с.
4. Вариация результатов выявления и оценки площадей, поврежденных пожарами лесов по данным спутникового мониторинга / С. А. Барталев [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – Москва, 2005. – № 2. – С. 343–353.
5. Воробьев, Ю. Л. Лесные пожары на территории России. Состояние и проблемы / Ю. Л. Воробьев, В. А. Акимов, Ю. И. Соколов. – Москва : ДЭКС-ПРЕСС, 2004. – 312 с.
6. Гарбук, С. В. Космические методы дистанционного зондирования Земли / С. В. Гарбук, В. Е. Гершензон. – Москва : Издательство А и Б, 1997. – 296 с.
7. Геоинформатика / Е. Г. Капралов [и др.]. – Москва : Академия, 2005. – 496 с.
8. ГОСТ Р 21667–76 Картография. Термины и определения. – Введ. 01.07.1977. – Москва : Издательство стандартов, 1982. – 40 с.
9. ГОСТ Р 52438–2005 Географические информационные системы. Термины и определения. – Введ. 01.07.2006. – Москва : Стандартинформ, 2006. – 16 с.
10. Журкин, И. Г. Геоинформационные системы / И. Г. Журкин, С. В. Шайтура. – Москва : Кудиц-пресс, 2009. – 272 с.
11. Замай, С. С. Программное обеспечение и технологии геоинформационных систем : учебное пособие / С. С. Замай, О. Э. Якубайлик. – Красноярск : 1998. – 110 с.
12. Занин, Г. В. Геоморфология Алтайского края / Г. В. Занин // Природное районирование Алтайского края. – Москва, 1955. – Т. 1, № 2. – С. 62–98.
13. Ковин, Р. В. Геоинформационные системы / Р. В. Ковин, Н. Г. Марков. – Томск : Томский политехнический университет, 2008. – 175 с.
14. Козырева, Ю. В. География Алтайского края : учебное пособие / Ю. В. Козырева, Н. В. Рыгалова. – Изд. 2-е, доп. – Барнаул : Издательство Алтайского ун-та, 2014. – 140 с.

15. Кольцов, А. С. Геоинформационные системы : учебное пособие / А. С. Кольцов. – Воронеж : UJEDGJ «Воронежский государственный технический университет», 2007. – 179 с.
16. Коновалова, Н. В. Введение в ГИС : учебное пособие / Н. В. Коновалова, Е. Г. Капралов. – Петрозаводск : 1995. – 155 с.
17. Кошкарев, А. В. Понятия и термины геоинформатики и ее окружения / А. В. Кошкарев. – Москва : ИГЕМ РАН, 2000. – 76 с.
18. Ленточный сосновый бор [Электронный ресурс] : География распространения // Свободная Энциклопедия Википедия. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ленточный бор](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ленточный_бор).
19. Любов, М. С. Физическая география России: общая и региональная часть : учебное пособие / М. С. Любов. – Изд. 2-е, доп. – Арзамас : Арзамасский филиал ННГУ, 2015. – 183 с.
20. ООПТ Алтайского края [Электронный ресурс] : Заказники Алтайского края // Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственный природный заповедник "Тигирекский". – Режим доступа: <http://tigirek.ru/ru/node/9>.
21. Основы геоинформатики и создание ГИС. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / И. К. Лурье [и др]. – Москва : ООО «ИНЭКС-92», 2002. – 140 с.
22. Особо охраняемые природные территории и объекты [Электронный ресурс] : Ленточные заказники Алтайского края // Официальный сайт Алтайского края. – Режим доступа: <http://www.altairegion22.ru>.
23. Павлова, Г. Г. Сосновые леса в лесостепной и степной зонах Приобья / Г. Г. Павлова. – Новосибирск : 1963. – 439 с.
24. Пожароустойчивость лесов юго-востока Западной Сибири / В. В. Фуряев, С. Д. Самсоненко, И. В. Фуряев, Д. А. Шубин. – Новосибирск : Наука, 2014. – 155 с.
25. Раклов, В. П. Картография и ГИС / В. П. Раклов. – Москва : Издательство Академический проект, 2014. – 215 с.
26. Рихтер, Г. Д. Природные условия и естественные ресурсы СССР. Западная Сибирь / Г. Д. Рихтер. – Москва : Издательство Академии наук, 1963. – 488 с.
27. Руководство пользователя ArcMap / С. Круазе, К. Кларк [и др.]. – Москва : Дата+, 2002. – 245 с.
28. Самардак, А. С. Геоинформационные системы / А. С. Самардак. – Владивосток : 2005. – 124 с.
29. Савиных, В. П. Геоданные как системный информационный ресурс / В. П. Савиных, В. Я. Цветков // Вестник Российской Академии Наук. – 2014. – № 9. – С. 826–829.
30. Соколова, Г. Г. Влияние высоты местности, экспозиции и крутизны склонов на особенности пространственного распределения растений / Г. Г. Соколова // Acta Biologica Sibirica. – 2016. – № 2 (3). – С. 34 – 45.

31. Топографические карты квадрата России и СНГ [Электронный ресурс] : Топографические карты Алтайского края // Travel Association. – Режим доступа: <http://trasa.ru/topomap>.
32. Цветков, В. Я. Геоинформационные системы и технологии / В. Я. Цветков. – Москва : Эко–Тренд, 1998. – 290 с.
33. Швиденко, А. З. Климатические изменения и лесные пожары в России / А. З. Швиденко, Д. Г. Щепаченко // Лесоведение. – 2013. – № 5. – С. 50–61.
34. Bryukhanova, E. A. Historical GIS on-line : a Review of Foreign and Russian Projects / E. A. Bryukhanova, M. V. Rygalova // Publishing house of the Altai University press. – Barnaul, 2016. – №2 (90). – P. 56–59.
35. Burned Area Monthly L3 Global 500m [Электронный ресурс] : MCD45A1 // MODIS Active Fire And Burned Area Products. – Режим доступа: <http://modis-fire.umd>.
36. Caetano, M. S. Using spectral mixture analysis for fire severity mapping / M. S. Caetano, L. A. Mertes, J. M. Pereira // Proceedings of 2nd international conference on forest fire research. – 1994. – № 6. – P. 667–677.
37. Climatic Research Unit [Электронный ресурс] : Current Datasets and Static Climatologies // School of Environmental Sciences Faculty of Science University of East Anglia Norwich Research Park Norwich NR4 7TJ, UK. – Режим доступа: <http://www.cru.uea.ac.uk>.
38. Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010 (GMTED2010) [Электронный ресурс] : Landsat Multispectral Scanner (MSS) // U.S. Geological Survey. – Режим доступа: <https://lta.cr.usgs.gov/GMTED2010>.
39. Isachenko, A. O. The concept of forming the geoinformation system of a mining enterprise / A. O. Isachenko, D. S. Mikhalevich, Y. L. Yunakov // Gornyi Zhurnal. – 2013. – № 5. – P. 62–66.
40. Kozyreva, Yu. V. Geography of the Altai territory: textbook / Yu. V. Kozyreva, N. B. Rygalova. – 2nd ed. – Barnaul : Publishing house of the Altai University press, 2014. – 140 p.
41. Reichhardt, T. Environmental GIS. The World in a Computer / Tony Reichhardt // Environ. Sci. Technol. – 1996. – №30 (8). – P. 340–343.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 – Площади пожаров на территории сосновых боров Приобского плато за 2001-2017 года

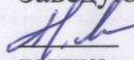
Размеры в квадратных километрах

Год	Всего	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
2001	51,15	0,15	39,71		1,51		9,78		
2002	10,33		5,09	0,72		0,91	0,83	2,65	0,13
2003	285,03		58,78	2,45	95,92	22,18	0,27	78,23	27,20
2004	42,83	22,95	9,17	3,59		6,09			1,03
2005	120,14		23,52	2,60	52,37	0,44	16,64	5,18	19,39
2006	73,92		2,12	2,66	13,59	0,31	0,17	55,07	
2007	29,02		8,48	10,77			0,14	1,35	8,28
2008	56,14	31,40	3,43	0,002		15,27		3,27	2,77
2009	10,27	0,42	4,54				1,94	3,37	
2010	149,63		12,68	0,78				136,16	0,00
2011	93,34	2,55	88,39	0,48	0,44			1,18	0,29
2012	36,61	20,72	11,27			0,17			4,45
2013	15,11		10,96			0,00005	3,71		0,45
2014	17,07	8,81	7,55	0,002		0,28	0,42		
2015	0,14						0,14		
2016	0,24		0,24						
2017	1,35		0,36	0,43	0,55				
Всего	992,32	87,01	286,29	24,48	164,38	45,67	34,05	286,45	64,00

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт экологии и географии  
Кафедра географии

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Г. Ю. Ямских  
подпись      инициалы, фамилия  
« 11 » июня 18., 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

**Пространственно-временная динамика гарей ленточных и сосновых боров**

**Приобского плато и его окрестностей**

05.03.02 География

05.03.02.02 Физическая география и ландшафтоведение

Научный  
руководитель

 11.06.18  
подпись, дата

доц., канд. техн. наук  
должность, учёная степень

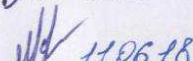
С. Т. Им  
инициалы, фамилия

Выпускник

 11.06.18  
подпись, дата

Т. Е. Алешина  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

 11.06.18  
подпись, дата

М. И. Кокова  
инициалы, фамилия

Красноярск 2018