

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
высшего образования
Уральский государственный лесотехнический университет
Уральский лесотехнический колледж

Методические указания
по выполнению курсовой работы по МДК 02.03 «Геоинформационные
системы»
для студентов специальности 25.02.08 «Эксплуатация беспилотных
авиационных систем»

Екатеринбург, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1 СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	5
Глава 2 ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И ОБЪЁМ РАБОТ	8
1. Запуск QGIS Desktop 3.24.3 with GRASS 7.8.7.....	8
2. Добавление растрового слоя в проект.	8
3. Изменение системы координат.	8
4. Создание векторного полигонального слоя.	9
5. Оцифровка крон.	9
6. Выделение деревьев по возрастным группам.....	9
7. Создание макета карты распределения деревьев по возрастным группам.	10
8. Создание полигонов Воронова.....	10
9. Создание макета карты по полигонам Вороного.	11
Глава 3. Результаты и обсуждение.	12
ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ	13
Общие требования к оформлению курсовой работы:.....	13
Рекомендуемая литература	14

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания разработаны в целях оказания помощи студентам в выполнении курсовой работы по дисциплине «Геоинформационные системы» (ГИС). Курсовая работа является обязательным элементом учебного плана и представляет собой самостоятельную научно-исследовательскую работу студента, выполняемую под руководством преподавателя.

Курсовая работа по ГИС направлена на:

- Закрепление теоретических знаний и практических навыков, полученных в ходе изучения дисциплины.
- Развитие аналитических, исследовательских и коммуникативных компетенций.
- Формирование умения применять ГИС-технологии для решения практических задач.
- Приобретение опыта работы с геопространственными данными и ГИС-программным обеспечением.

Целями курсовой работы являются выработка у обучающихся навыка анализа пространственных объектов и связей между ними, освоение порядка создания геоинформационных проектов и получение опыта работы в геоинформационной среде при разработке систем принятия управленческих решений при обеспечении безопасности полетов беспилотных авиационных систем.

В методических указаниях содержится подробная информация о структуре, содержании и порядке выполнения курсовой работы, а также требования к ее оформлению. Соблюдение изложенных требований позволит студентам успешно справиться с поставленной задачей и продемонстрировать уровень освоения дисциплины «Геоинформационные системы».

Обучающиеся самостоятельно выбирает тему курсовой работы из предлагаемого списка тем (Приложение 1), или может предложить свою тему при условии обоснования им её целесообразности. Тема может быть уточнена по согласованию с руководителем курсовой работы.

По окончании выполнения курсовой работы проводится её защита, на которой обучающийся представляет доклад и презентацию, отражающие основное содержание работы. Обучающийся должен предварительно (до проведения процедуры защиты) согласовать с руководителем содержание

своего доклада и наглядного материала, подготовленного для процедуры защиты. Обучающийся должен: логично построить свой доклад о выполненной работе, обосновать выводы и предложения; показать понимание теоретических положений, на основе которых выполнена работа; показать самостоятельность выполнения работы; дать правильные ответы на вопросы.

Защита курсовой работы производится публично в присутствии обучающихся, защищающих работы в этот день

Защита курсовой работы проводится в следующем порядке:

- выступление обучающегося с докладом (3-5 мин.), в котором он излагает основные результаты работы;
- ответы обучающегося на вопросы руководителя и присутствующих;
- ответы обучающегося на вопросы и замечания.

Подведение результатов защиты производится руководителем после защиты всех курсовых работ.

Курсовая работа (проект) оценивается дифференцированной отметкой: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценку «отлично» получают работы, в которых содержатся элементы научного творчества, делаются самостоятельные выводы, дается аргументированная критика и самостоятельный анализ фактического материала на основе глубоких знаний литературы по теме работы.

Оценка «хорошо» ставится тогда, когда в работе, выполненной на достаточном теоретическом уровне, полно и всесторонне освещаются вопросы темы, но нет должной степени творчества.

Оценку «удовлетворительно» имеют работы, в которых правильно освещены основные вопросы темы, но не проявилось умение логически стройного их изложения, самостоятельного анализа источников, содержатся отдельные ошибочные положения.

Оценку «неудовлетворительно» студенты получают в случае, когда не могут ответить на замечания, не владеют материалом работы, не в состоянии дать объяснения выводам и теоретическим положениям данной проблемы.

Положительные оценки по курсовой работе (проекту) заносятся в ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительные оценки проставляются только в зачетно-экзаменационную ведомость.

Обучающийся, не предъявивший в установленный срок курсовую работу или не защитивший её по неуважительной причине, считается имеющим академическую задолженность.

Глава 1. СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из текстовой и графической частей. Объем текстовой части – от 35 до 50 страниц машинописного текста формата А4, размер шрифта – 14 (объем текстовой части может существенно изменяться в зависимости от темы курсовой работы).

При оформлении текстовой части курсовой работы (далее по тексту - пояснительная записка) необходимо руководствоваться следующими требованиями:

- четкость построения и логическая последовательность изложения материала,
- краткость и точность формулировок, конкретность в изложении результатов работы.

Графическая часть включает картографический материал, разработанный с помощью одной из геоинформационных систем в ходе выполнения курсовой работы.

Курсовая работа по МДК 02.03 «Геоинформационные системы» должна включать в себя следующие элементы:

- титульный лист (Приложение 1),
- содержание,
- введение,
- основная часть,
- заключение,
- список использованных источников,
- приложения.

Содержание включает названия разделов курсовой работы с указанием нумерации страницы, на которой находится начало данного раздела.

Во *введении* кратко характеризуется современное состояние вопроса, который рассматривается в работе, формируется актуальность и новизна. Также четко обозначаются цели и задачи работы. Объем введения не более 2-х страниц.

Основная часть пояснительной записки курсовой работы включает сформулированные и оформленные результаты методологической части. Аналитический обзор существующих работ по данной тематике должен наиболее полно и систематизированно отражать уровень изученности проблемы. Требуется использовать фундаментальные источники.

В основной части курсовой работы на основе аналитического обзора определяются границы и направления применимости геоинформационных систем и требования к ГИС-проекту в рассматриваемой области. Должны быть представлены четкие требования, которыми будет обладать ГИС-проект. В отдельных случаях для курсовой работы могут потребоваться расчеты необходимых параметров. Например, при установлении границ заражения химически опасными веществами с использованием ГИС-технологий следует по известным методикам определить соответствующие параметры заражения территории (глубина и площадь зоны, а также форма облака заражения).

Основная часть пояснительной записки разделена на три главы. Каждая глава основной части должна представлять собой законченный в смысловом отношении фрагмент курсовой работы. Главы курсовой работы должны быть взаимосвязаны. Рекомендуются, чтобы каждая глава заканчивалась выводами, позволяющими логически перейти к изложению следующего материала.

Глава 1. «Природно-климатические условия». Необходимо представить описание климатических условий на участках исследования.

Глава 2. «Методика выполнения работы»

Необходимо описать процесс распознавания крон в QGIS - все этапы от загрузки растровых изображений до готового результата; описать процесс создания макета; описать процесс разбивки деревьев на возрастные группы в QGIS; написать обоснование разбивки экземпляров Лиственницы сибирской на данные возрастные группы по признаку размеров крон. Также необходимо описать процесс оценки - образуют ли экземпляры лиственницы насаждение на участке: создание полигонов Вороного и оценка по их площади отношения экземпляров лиственницы к насаждениям или рединам, или отдельным экземплярам древесной растительности.

Глава 3 «Результаты и обсуждение»

Наименование глав представлено примерное. Точное наименование глав соотносится с темой курсовой работы и согласовывается руководителем.

В главе необходимо визуализировать результаты работы по трем участкам распознанных экземпляров Лиственницы сибирской в виде макетов, а также привести количественные данные по каждому участку по исследуемым показателям. Далее необходимо представить общий вывод по работе.

Заключение должно включать в себя краткие выводы по результатам выполненной работы, оценку полноты решения поставленных задач, рекомендации по конкретному использованию результатов дипломного проекта (работы), ее значимость, перспективы дальнейшего изучения

проблемы. В заключении не допускается повторение содержания введения и основной части, в частности выводов, сделанных по главам.

Список использованных источников должен включать наименование работ, источников, которые были непосредственно использованы в основной и практической частях курсовой работы. Список должен оформляться в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.100-2018 Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

Приложения призваны облегчить восприятие содержания работы и должны включать в себя вспомогательный материал, который загромождает основной текст. К вспомогательным материалам относятся: справочные материалы, объемные таблицы данных, части баз геоданных, технологические схемы, результаты однотипных расчетов, в том числе в прикладных пакетах специализированных программ, нормативные документы, объемные карты природно-территориальных комплексов, карты - схемы предприятий и т.д.

Каждое приложение нумеруется и содержит один информационный массив.

Процесс написания курсовой работы включает следующие стадии:

- 1) выбор и осмысление темы работы;
- 2) поиск источников информации по теме;
- 3) изучение литературы;
- 4) анализ точек зрения различных авторов, формирование собственной позиции;
- 5) составление плана курсовой работы;
- 6) написание основных разделов;
- 7) написание введения и заключения;
- 8) оформление работы;
- 9) защита курсовой работы перед комиссией.

Глава 2 ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И ОБЪЁМ РАБОТ

Работа производится в программном комплексе QGIS по следующему алгоритму:

1. Запуск QGIS Desktop 3.24.3 with GRASS 7.8.7.

Запустить программу QGIS Desktop 3.24.3 with GRASS 7.8.7.

2. Добавление растрового слоя в проект.

2.1. Из папки со своим вариантом загрузить растровый слой. Для этого выбрать в Меню «Слой» -> «Добавить слой» -> «Добавить растровый слой...».

2.2. В открывшемся окне нажать кнопку «Обзор» и найти нужный файл. Нажать кнопку «Добавить».

3. Изменение системы координат.

3.1. *Изменение системы координат слоя.* Меню «Слой» -> «Свойства слоя» или выделить на панели слоев нужный слой. Выделение слоя означает, что он стал **активным**. Действия, которые вы производите в QGIS, применяются к активному слою. Это важный момент. Активность слоя не надо путать с его **видимостью**. Для того, чтобы отобразить слой (сделать его видимым на экране) необходимо навести курсор на область левее слоя и нажать левую кнопку мыши. Это действие называется активировать радио-кнопку или чек-бокс.

В окне «Свойства слоя» во вкладке «Текст» убедиться, что установлена «Назначенная система координат (СК)» WGS 84 / UTM zone 41N.

3.1.1. Если у слоя установлена система координат EPSG: 4326, WGS 84 или любая другая (кроме WGS 84 / UTM zone 41N), то необходимо сохранить слой с нужной системой координат: нажать правой кнопкой мыши по редактируемому слою и выбрать в открывшемся списке «сохранить как», в открывшемся окне выбрать систему координат WGS 84 / UTM zone 41N, место куда будет сохранен новый слой и нажать кнопку «Ок».

3.2. *Изменение системы координат проекта.* В правом нижнем углу окна QGIS нажать на кнопку со значком эллипсоидов и надписью «EPSG: 4326». В окне «Свойства проекта. Система Координат». Активировать радио-кнопку (убрать крестик в белом квадратике) «Система координат не задана». Выбрать систему координат WGS 84 / UTM zone 41N. Это универсальная цилиндрическая поперечная проекция Меркатора, 41 зона

Северного полушария (N). Последовательно нажать кнопки «*Применить*» и «*Ок*».

В Окне карты слой отобразится в проекции UTM, зона 41, система координат (datum) WGS 84.

4. Создание векторного полигонального слоя.

4.1. На панели Меню выбрать «Слой» -> «Создать слой» -> «*Создать shape-файл...*». Выбрать тип – полигон, система координат - WGS 84 / UTM zone 41N. Сохранить слой.

5. Оцифровка крон.

5.1. В слое, созданном в пункте 4.1., активировать «режим редактирования» на панели инструментов. Далее там же необходимо выбрать группу «*Панель инструментов оцифровки*», активировать инструмент «*Добавить окружность по 2 точкам*». Выделить кроны Лиственницы с помощью этого инструмента. Сохранить изменения в слое.

5.2. Для оцифровки крон деревьев в QGIS версий 2.0 – 2.99 воспользуйтесь *модулем Rectangles Ovals Digitizing* (инструмент с изображением фиолетового круга). Для того чтобы установить модуль нужно выбрать в меню «*Модули*» -> «*Управление модулями...*». В строке поиске ввести название модуля - Rectangles Ovals Digitizing, установить модуль.

6. Выделение деревьев по возрастным группам.

Проекции крон деревьев образцов лиственницы сибирской, расположенных на лесных участках, можно разделить за три возрастных интервала: 1–10 (возрастная категория (I), 11–40 лет (II) и >40 лет (III). Для экземпляров с радиусом проекции кроны, близким к 0,17 м, вероятность помещения в возрастной интервал 1–10 лет превышает вероятность его помещения в другие возрастные диапазоны. Для деревьев с радиусом кроны от 0,17 до 0,69 м от II возрастной категории вероятность попадания в возрастной диапазон 11–40 лет выше, чем для других интервалов. Для возрастной категории III вероятность того, что возраст деревьев будет старше 40 лет, выше, чем для других возрастных интервалов. Эти значения радиусов крон необходимо использовать для размещения деревьев с кронами, распознанными на аэрофотоснимках, в возрастные интервалы.

6.1 Сделать слой с выделенными кронами активным, как это описано в пункте 3.1.

6.2. На панели меню выбрать «*Вектор*» -> «*Обработка геометрии*» -> «*Добавить геометрию*». В открывшемся окне необходимо проверить выбран ли нужный слой для добавления значений геометрии. Нажать кнопку «*Run*» в нижней части окна.

6.3. По результатам действий в пункте 6.2. будет создан новый временный слой. Его необходимо сохранить, как описано в пункте 3.1.1., назвав «Группы возраста».

6.4. Открыть свойства слоя «Группы возраста» с добавленными атрибутами геометрии -> «Стиль» -> в верхней части окна заменить «Простая символика» на «Символизация по диапазонам значений»-> выбрать значение «perimetr» -> Режим «Равные интервалы» -> Изменить количество классов с 5 на 3 -> Нажать «Классифицировать» -> «Применить».

6.5. Переименовать названия элементов слоя соответственно в «0-10 лет», «11-40 лет», «свыше 40 лет».

6.6. Значения элементов «0-10 лет», «11-40 лет», «свыше 40 лет» сделать соответственно «1,068м-4,335м», «4,335м-осавить большее значение».

7. Создание макета карты распределения деревьев по возрастным группам.

7.1. На панели Меню выбрать «Проект» -> «Создать макет». В открывшемся окне «Название макета» ввести название: «Карта деревьев Лиственницы Сибирской по возрастным категориям». Откроется окно макета с этим названием.

7.2. Вдоль левой стороны окна макета расположены кнопки, которые позволяют добавлять элементы в макет карты. Добавление элементов на область карты производится путем выбора элемента из колонки элементов. Далее необходимо перевести курсор на холст и выделить курсором область, в пределах на которой будет размещен выбранный элемент. Необходимо добавить следующие элементы: карта, название карты, легенда, масштабная линейка, стрелка С-Ю.

7.3. Настроить отображение каждого из элементов, приведенных в пункте выше. Параметры настройки элемента становятся доступны в правой части окна макета после выделения элемента на холсте.

7.4. Сохранение макета в jpg-файл. В меню окна макета доступны опции для экспорта макета в графический файл: «Макет» -> «Экспорт в изображение». Указать место сохранения, имя файла и формат файла (JPEG-format). В окне «Настройки экспорта изображения» оставить настройки по умолчанию и нажать кнопку «Сохранить». Закрыть окно макета.

8. Создание полигонов Воронова.

Для того чтобы определить образуют ли насаждения лиственницы на данных участках сомкнутый древостой и определить на какие области делятся данные территории использовался метод из статьи Фомина В.В., в

котором используются полигоны Вороного. Этот этап работы также был выполнен в QGIS по следующему плану:

8.1. Выделить на панели слоев слой «Группы возраста» (сделать его активным).

8.2. На панели Меню выбрать «Вектор» -> «Обработка геометрии» -> «Центроиды полигонов». Появится временный слой «Центроиды», который необходимо сохранить, как описано в пункте 3.1.1. Назвать новый слой «Центроиды».

8.3. Выделить слой «Центроиды», далее на панели Меню выбрать «Вектор» -> «Обработка геометрии» -> «Полигоны Вороного...». Появится временный слой «Центроиды», который необходимо сохранить, как описано в пункте 3.1.1. Назвать новый слой «Полигоны Вороного».

8.4. Выделить слой «Полигоны Вороного», добавить к нему атрибуты геометрии, как описано в пункте 6.2.

8.5. В слое, созданном в пункте 8.4. открыть «Свойства» слоя -> «Стиль» -> в верхней части окна заменить «Простая символика» на «Символизация по диапазонам значений»-> выбрать значение «area» -> Режим «Равные интервалы» -> Изменить количество классов с 5 на 4 -> Нажать «Классифицировать» -> «Применить».

8.6. Применить в получившихся «классах значений» следующие числовые градации площадей полигонов Воронова в зависимости от типов фитоценоз (как в пунктах 6.5., 6.6.):

- закрытый лес – до 56,81 м²
- открытый лес – от 56,81 м² до 500 м²
- районы с редким ростом деревьев – от 500 м² до 2500 м²
- тундра с одиночными деревьями – от 2500 м²

9. Создание макета карты по полигонам Вороного.

9.1. Создать макет карты и экспортировать его в изображение, как в пункте 7.

Глава 3. Результаты и обсуждение.

В главе необходимо представить семь макетов, выполненных по результатам обработки данных по индивидуальным вариантам в QGIS. Первые три макета должны содержать информацию о распределении возрастных поколений Лиственницы сибирской. Следующие три макета должны содержать информацию о распределении площадей питания деревьев созданную на основе полигонов Вороного. Седьмой макет должен содержать информацию о пространственном расположении участков индивидуальных вариантов относительно друг друга.

Также необходимо привести данные по количественному распределению деревьев на возрастные группы по каждому участку, данные по количественному распределению типов фитоценоз по каждому участку.

Далее необходимо написать общий вывод по работе, который должен включать в себя анализ полученных данных: что конкретно можно увидеть на исследуемых участках, преобладающие типы фитоценоз, возраст, можно ли спрогнозировать по этим участкам движение границы леса в будущем и в каком направлении оно наблюдается исходя из полученной информации.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ

Общие требования к оформлению курсовой работы:

1. Структура работы должна быть четкой и логичной. Работа должна содержать титульный лист, содержание, введение, основную часть (разделы и подразделы), заключение, список литературы и приложения (если они есть).

2. Шрифт текста должен быть Times New Roman, размер шрифта - 14 пунктов, межстрочный интервал - 1,5 пункта. Абзацы начинаются с красной строки (отступ слева - 1,25 см). Поля листа должны иметь следующие отступы слева 3 см, сверху и снизу 1,5 см, справа 1 см.

3. Нумерация страниц должна быть сквозной и располагаться в нижнем правом углу страницы. Титульный лист не нумеруется, но учитывается при подсчете общего количества страниц.

4. Таблицы, рисунки, графики и другой иллюстративный материал должны иметь названия и номера. Они размещаются в тексте после первого упоминания или в конце раздела/главы.

5. Список литературы должен быть составлен в алфавитном порядке и содержать не менее 20 источников.

6. Все цитаты и ссылки на источники должны быть оформлены согласно ГОСТу.

7. Работа должна быть выполнена на одной стороне листа формата А4.

8. Работа должна быть представлена в электронном и печатном виде в формате .docx или .pdf.

Рекомендуемая литература

1. Будко П.А., Винограденко А.М., Меженов А.В., Чикирев А.А. Способ и устройство интеллектуального экспресс-контроля технического состояния наземных средств связи и радиотехнического обеспечения полетов // Системы управления, связи и безопасности, 2020, №1, с.66-81. С. 235-283. DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10108
2. Гецов П., Начев С., Ванг Б., Зафиров Д. Высокоточные беспилотные летательные аппараты – сегодня и завтра // Исследование Земли из космоса. – 2019. – №1. – С. 84-91. doi: 10.31857/S0205-96142019184-91
3. Дмитриев В.И., Звонарев В.В., Лисицын Ю.Е. Методика обоснования рациональных способов управления беспилотным летательным аппаратом // Труды МАИ, 2020, №112, DOI: 10.34759/trd-2020-112-16
4. Земляной, А. Ф. Пилотирование самолета и ориентация в пространстве: учебное пособие для СПО / А. Ф. Земляной. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 336 с. – ISBN 978-5-8114-9083-7. – Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/184120> (дата обращения: 06.02.2024). – Режим доступа: для авториз. Пользователей.
5. Морозов Д.В., Чермошенцев С.Ф. Методика повышения надежности функционирования системы управления беспилотного летательного аппарата в полете при возникновении отказа в бортовой контрольно-проверочной аппаратуре // Надежность. – 2019. – Т. 19. – № 1. – С. 30-35. URL: <https://doi.org/10.21683/1729-2646-2019-19-1-30-35>
6. Накамура, К. Почему самолёты летают / К. Накамура; перевод с японского А.Б. Клионского. — Москва: ДМК Пресс, 2020. – 136 с. – ISBN 978-5-97060-734-3. – Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/179456> (дата обращения: 06.02.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Погорелов, В. И. Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Погорелов. – 2-е изд., испр. Идоп. – Москва: ИздательствоЮрайт,2023. – 191 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-10061-7. – Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт[сайт]. – URL: <https://urait.ru/viewer/bespilotnye-letatelnye-apparaty-nagruzki-i-nagrev-514035#page/>(датаобращения:06.02.2024).
8. Фомин В.В., Михайлович А.П., Голиков Д.Ю., Агапитов Е.М. Реконструкция экспансии лиственницы сибирской в горную тундру на

Полярном Урале в XX — начале XXI вв.: // Ж. Forests. 2022. 3(3). URL: <https://www.mdpi.com/1999-4907/13/3/419>.

9. Фомин В.В., Михайлович А.П., Шиятов С.Г. В. Деревья в экотоне верхней границы леса на Полярном Урале: многовековые изменения и пространственные закономерности: // Ж. Mountain Research and Development. 2020. 40(2). URL: <https://bioone.org/journals/mountain-research-and-development/volume-40/issue-2/MRD-JOURNAL-D-20-00002.1/Trees-in-the-Upper-Treeline-Ecotone-in-the-Polar-Urals/10.1659/MRD-JOURNAL-D-20-00002.1.full>.

10. Чудинов, С. А. Технология аэрофотосъемки при изысканиях автомобильных дорог: учебное пособие / С. А. Чудинов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург, 2020. – 105 с.: ил.– Текст: электронный.— URL: https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/10020/1/Chudinov-uch_2020.pdf (дата обращения: 06.02.2024)

Примерная тематика курсовых работ

1. Роль геоинформационных систем в решении экологических задач.
2. Реконструкция ЭВГДР (экотона верхней границы древесной растительности) при помощи геоинформационных систем.
3. Разработка цифровых карт на основе геоинформационных систем.
4. Оценка изменения ЭВГДР (экотона верхней границы древесной растительности) при помощи геоинформационных систем.
5. Создание цифровой карты.
6. Геоинформационные технологии в управлении природными ресурсами.
7. Исследование влияния климатических изменений на экосистемы с использованием геоинформационных технологий.
8. Анализ динамики изменения лесного покрова в результате природных и антропогенных процессов с использованием геоинформационных систем.
9. Использование геоинформационных систем для изучения и мониторинга лесных экосистем.
10. Использование геоинформационных систем для анализа изменений лесного покрова.