

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

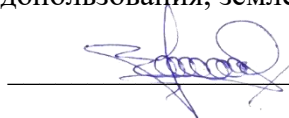
СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП


А.Н. Бармин

«04» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой экологии,
природопользования, землеустройства и БЖД


М.В. Валов

«04» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЫ»

Составитель

**Занозин В.В., к.г.н., доцент кафедры
экологии, природопользования,
землеустройства и безопасности
жизнедеятельности**

Направление подготовки / специальность

05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) ОПОП

Геоэкология

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год приема

2023

Курс

5

Семестр

7

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины (модуля) «Моделирование изменений географической среды» является освоение теоретических основ и практических навыков проведения исследования пространственных данных инструментами современных геоинформационных технологий, развитие представлений об одном из ведущих методов познания реальной действительности — моделировании.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): формирование соответствующих умений; целостной естественно-математической составляющей картины мира, развитие у обучаемых умения конструировать различные виды моделей реальных ситуаций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Моделирование изменений географической среды» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и осваивается в 7 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):

- Геоинформационные системы в экологии и природопользовании;
- Ландшафтоведение;
- Загрязняющие вещества и их свойства

Знания: основные методы моделирования в географических науках, основные принципы работы и возможности современного геоинформационного программного обеспечения.

Умения: использовать современные информационные технологии (программное обеспечение) для проведения научно-исследовательской или экспертной оценки состояния территории и создания соответствующего необходимому направлению вида модели.

Навыки: методами поиска, обработки и анализа географической информации с использованием современных информационных технологий.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

- Оценка воздействия на окружающую среду;
 - Экологический мониторинг;
- а также для выполнения выпускной квалификационной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей(их) компетенции(ий) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

ПК-5. Способен к комплексному анализу информации в области экологии и природопользования, подлежащей профильной экспертизе.

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-5. Способен к комплексному анализу информации в области экологии и природопользования, подлежащей профильной экспертизе	ИПК-5.1.1 Различные источники информации, полученные в ходе полевых и камеральных исследований, а также статистические, литературные и фондовые материалы, аналоговых и цифровых пространственных данных в соответствии с поставленными задачами	ИПК-5.2.1 Проводить отбор и сопоставительный анализ различных источников информации, полученной в ходе полевых и камеральных исследований, а также статистических, литературных и фондовых материалов, аналоговых и цифровых пространственных данных в соответствии с поставленными задачами	ИПК-5.3.1 Навыками комплексного анализа информации в области экологии и природопользования, подлежащей профильной экспертизе

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 4 зачетные единицы (144 часов), в том числе 54 часа, выделенные на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 18 часов – лекции, 36 часов – практические занятия), и 90 часа - на самостоятельную работу обучающихся

Таблица 2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.			Самостоят. работа		Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
	Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Тема 1. Сущность моделирования. Постановка задачи моделирования объектов географической среды	3		7		18	Практическое задание, опрос
Тема 2. Классификация математических моделей и их параметров	3		7		18	Практическое задание, опрос
Тема 3. Оценка состояния окружающей среды с использованием многомерных моделей	4		7		18	Практическое задание, опрос
Тема 4. Построение модели по данным наблюдений или статистики. Геостатистика	4		7		18	Практическое задание, опрос

Тема 5. Модели пространственных данных и ГИС	4		8		18	Практическое задание, опрос
ИТОГО за семестр:	18		36		90	ЭКЗАМЕН

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

Таблица 3. Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-5	
Тема 1. Сущность моделирования. Постановка задачи моделирования объектов географической среды	28	+	1
Тема 2. Классификация математических моделей и их параметров	28	+	1
Тема 3. Оценка состояния окружающей среды с использованием многомерных моделей	29	+	1
Тема 4. Построение модели по данным наблюдений или статистики. Геоestatистика	29	+	1
Тема 5. Модели пространственных данных и ГИС	30	+	1
Итого	144		

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ КАЖДОЙ ТЕМЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Тема 1. Сущность моделирования.

Постановка задачи моделирования объектов географической среды

Постановка задачи моделирования объектов географической среды включает в себя выявление и анализ факторов, влияющих на природу и общество, изучение взаимосвязей между компонентами географических систем, а также прогнозирование их динамики. Это позволяет решать такие задачи, как оценка устойчивости геосистем, выявление антропогенного воздействия, географическое районирование и типология, а также прогнозирование развития систем на различных временных интервалах.

Основные задачи моделирования

- Анализ факторов: Выявление и изучение факторов, влияющих на территориальную организацию природы и общества.
- Изучение взаимосвязей: Исследование структуры и функциональных зависимостей между компонентами географических систем для понимания их поведения.
- Анализ динамики: Рассмотрение развития территориальных систем во времени, включая их динамику и прогнозирование будущих изменений.
- Оценка и прогнозирование:
 - Количественная оценка взаимосвязей между компонентами геосистем и средой.
 - Разработка показателей устойчивости и стабильности развития геосистем.
 - Оценка степени антропогенного воздействия на природные системы и здоровье населения.
 - Прогнозирование развития геосистем на определенный период.

Тема 2. Классификация математических моделей и их параметров

Математические модели в экологии классифицируются по разным признакам, включая тип моделирования (аналитическое, имитационное, регрессионное), характер зависимостей (линейные, нелинейные), временные свойства (статические, динамические), природу переменных (детерминированные, стохастические, четкие, нечеткие) и

пространственное распределение (сосредоточенные, распределенные). Параметры моделей — это числовые и функциональные характеристики, определяющие поведение системы, которые могут быть постоянными или зависящими от времени, а также быть точными или вероятностными.

Классификация моделей по типу и характеру

- По типу моделирования:
 - Аналитические: Описываются с помощью уравнений (алгебраических, дифференциальных) и исследуются аналитическими методами.
 - Имитационные: Создают модель поведения системы путем воспроизведения процесса шаг за шагом.
 - Регрессионные: Основаны на статистических корреляциях между переменными и описывают связи без претензии на физический смысл.
- По характеру зависимостей:
 - Линейные: Параметры входят в уравнения только в первой степени.
 - Нелинейные: Содержат параметры в степенях, отличных от первой.
- По временным свойствам:
 - Статические: Не учитывают изменение системы во времени.
 - Динамические: Описывают развитие системы во времени.
- По природе переменных:
 - Детерминированные: Поведение системы однозначно определяется начальными условиями.
 - Стохастические: Включают вероятностные характеристики, описывающие случайность процессов.
 - Четкие/Нечеткие: Используют элементы четкой или нечеткой логики.

Классификация параметров моделей

- По пространственному распределению:
 - Сосредоточенные: Характеристики системы принимаются усредненными в пределах всего объема.
 - Распределенные: Характеристики системы меняются в пространстве.
- По зависимости от времени:
 - Стационарные: Параметры не меняются со временем.
 - Нестационарные: Параметры меняются во времени.

Тема 3. Оценка состояния окружающей среды с использованием многомерных моделей

Оценка состояния окружающей среды с использованием многомерных моделей включает в себя комплексный анализ различных показателей с помощью математических и компьютерных моделей, таких как: экологический мониторинг (наблюдения за состоянием среды), оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) (оценка влияния конкретных проектов), а также интегрированные системы, которые обрабатывают и прогнозируют изменения под влиянием множества факторов. Эти модели позволяют объединить данные из разных областей (физика, химия, биология) для получения целостной картины и прогнозирования будущих изменений.

Основные подходы и модели

Экологический мониторинг: Систематические наблюдения за состоянием окружающей среды и оценка её изменений под воздействием природных и антропогенных факторов.

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС): Процесс, оценивающий характер и масштабы воздействия планируемой деятельности, её альтернативы и возможные последствия.

Многомерные модели: Математические и компьютерные модели, которые позволяют интегрировать и анализировать данные из различных источников, такие как:

Физический мониторинг: Оценка уровня шума, вибраций, электромагнитных полей.

Химический мониторинг: Контроль концентрации загрязняющих веществ в воздухе, воде и

почве.

Биологический мониторинг: Оценка состояния живых организмов и их популяций.

Интегрированные системы: Системы, использующие многомерные модели для прогнозирования изменений окружающей среды, учитывая взаимное влияние множества факторов.

Экологическая экспертиза: Оценка экологических рисков на основе комплексного анализа данных и использования различных моделей.

SDM как тип статистических моделей.

Тема 4. Построение модели по данным наблюдений или статистики. Геоestatистика

Построение экологической модели на основе данных наблюдений включает в себя сбор данных с помощью экологического мониторинга, выбор математических методов для их анализа, построение и калибровку модели (уравнений, связывающих переменные) и, наконец, её валидацию и проверку на основе новых данных или прогнозирования. Модель помогает понять и предсказать изменения в окружающей среде, связанные с природными и антропогенными факторами.

Шаги построения экологической модели

1. Сбор данных (мониторинг):
 - Проводится непрерывное наблюдение за состоянием окружающей среды (воздух, вода, почва, биоразнообразие).
 - Используются различные методы, такие как трансектные исследования, метод пробных площадок, отбор проб и др..
 - Сбор данных может включать измерение физических, химических и биологических параметров.
 - Включает оценку влияния природных и антропогенных факторов на экосистему.
2. Выбор и применение математических методов:
 - Для анализа данных используются как общенаучные методы (системный, исторический), так и частные методы, которые зависят от конкретной задачи моделирования.
 - Применяются математические модели для описания и прогнозирования сложных процессов в окружающей среде.
3. Построение модели:
 - На основе данных и выбранных методов формулируются уравнения, описывающие взаимосвязи между различными компонентами системы (например, как выбросы загрязняющих веществ влияют на качество воздуха).
 - Процесс включает калибровку модели, то есть настройку её параметров таким образом, чтобы она наилучшим образом соответствовала имеющимся данным наблюдений.
4. Валидация и применение:
 - Построенная модель проверяется и валидируется с помощью независимого набора данных, который не использовался при обучении.
 - Итоговая модель используется для оценки текущего состояния окружающей среды, прогнозирования будущих изменений и принятия обоснованных решений в области охраны природы.

Геоestatистика — это раздел статистики, изучающий пространственно распределённые данные, моделирующий географические явления и прогнозирующий их значения с учётом пространственных взаимосвязей. Для этого используются статистические методы, учитывающие пространственную корреляцию, например, вариограммы и методы кригинга. Геоestatистика широко применяется в геологии, экологии, метеорологии, почвоведении, горнодобывающей промышленности и здравоохранении.

Основные принципы

- **Пространственная корреляция:** Геостатистика предполагает, что близлежащие точки данных более похожи друг на друга, чем удалённые. Этот принцип используется для получения ценной информации даже при ограниченном наборе данных.
- **Моделирование:** Строятся математические модели для описания пространственного распределения явлений, учитывающие их особенности.

Примеры применения

- **Геология:** Оценка запасов минеральных ресурсов в месторождениях.
- **Экология:** Картирование и оценка уровня загрязнения окружающей среды, прогноз его воздействия на здоровье человека.
- **Метеорология:** Прогнозирование температур, осадков и других атмосферных явлений.
- **Сельское хозяйство:** Картирование питательных веществ в почве и расчет необходимого количества удобрений.
- **Горнодобывающая промышленность:** Определение рентабельности проектов и управление процессами обогащения руды.

Тема 5. Модели пространственных данных и ГИС

Модели пространственных данных в ГИС — это два основных способа представления географической информации: векторный (точки, линии, полигоны) и растровый (сетка ячеек, пикселей). ГИС (геоинформационные системы) используют эти модели для создания, управления, анализа и визуализации пространственных данных, связывая их с описательной информацией о местоположении объектов.

Векторная модель

- Принцип: Географические объекты представлены как комбинация точек, линий и полигонов.
- Примеры: Дороги (линии), здания (полигоны), города (точки).
- Преимущества: Точное представление границ и точное позиционирование объектов.

Растровая модель

- Принцип: Пространство представлено в виде сетки из равных ячеек (пикселей), каждая из которых имеет определенное значение.
- Примеры: Ортофотопланы, цифровые модели рельефа, снимки с космических аппаратов.
- Преимущества: Хорошо подходит для представления непрерывных данных, таких как высота или температура, и для обработки изображений. Алгебра растров.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Основные формы занятий по данной дисциплине являются лекционные и практические (семинарские) занятия.

Практическое (семинарское) занятие – это особая форма учебно-теоретических занятий, которая, как правило, служит дополнением к лекционному курсу. Его отличительной особенностью является активное участие самих студентов в объяснении вынесенных на рассмотрение проблем, вопросов. Преподаватель дает возможность студентам свободно высказаться по обсуждаемому вопросу и только помогает им правильно построить обсуждение. Студенты заблаговременно знакомятся с планом семинарского занятия и литературой, рекомендуемой для изучения данной темы, чтобы иметь возможность подготовиться к семинару. При подготовке к занятию необходимо: проанализировать его тему, подумать о цели и основных проблемах, вынесенных на обсуждение; внимательно прочитать конспект лекции по этой теме; изучить рекомендованную литературу, делая при

этом конспект прочитанного или выписки, которые понадобятся при обсуждении на семинаре; постараться сформулировать свое мнение по каждому вопросу и аргументировано его обосновать. Практическое (семинарское) занятие помогает студентам глубоко овладеть предметом, способствует развитию умения самостоятельно работать с учебной литературой и документами, освоению студентами методов научной работы и приобретению навыков научной аргументации, научного мышления. Преподавателю же работа студентов на семинаре позволяет судить о том, насколько успешно они осваивают материал курса.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Подготовка к практическим занятиям

Серьезная теоретическая подготовка необходима для проведения практических занятий. Самостоятельность обучающихся может быть обеспечена разработкой методических указаний по проведению этих занятий с четким определением цели их проведения, вопросов для определения готовности к работе.

Указания по выполнению заданий практических занятий будут способствовать проявлению в ходе работы самостоятельности и творческой инициативы.

Самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов) в соответствии со структурой дисциплины (модуля), составление конспектов для опроса

Самостоятельная работа студентов является одним из основных видов учебной деятельности и предполагает изучение вопросов, не вошедших в основной план занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов в вузе не менее важна, чем обязательные учебные занятия. Ее успешность во многом определяется тем, насколько умело, рационально сам учащийся сможет организовать свои индивидуальные занятия, насколько регулярными и своевременными они будут.

Задания и методические указания для различных видов самостоятельной работы разрабатываются с учетом ее специфики, особенностей изучаемых тем, наличия учебной и методической литературы.

Систематическое освоение студентами необходимого учебного материала, своевременное выполнение предусмотренных учебных заданий, регулярное посещение лекционных и практических занятий позволяют подготовиться к успешному прохождению промежуточной аттестации по данной дисциплине.

В ходе самостоятельной работы студенты должны осуществлять:

- подготовку к занятиям, включая изучение лекций и литературы по теме занятия (используются конспекты лекций и источники, представленные в перечне основной и дополнительной литературы, а также электронные ресурсы);
- выполнение индивидуальных самостоятельных домашних заданий по теме прошедшего занятия;
- конспектирование материала источника;
- подготовку письменных работ: реферата (индивидуальные задания по слабоусвоенным темам), в том числе самостоятельное изучение части теоретического материала по темам, которые заявлены в теме реферата (используются источники, представленные в перечне основной и дополнительной литературы, а также электронные ресурсы), а также доклада.

Важное место в структуре самостоятельной подготовки к занятиям принадлежит студенческим **докладам и рефератам**.

Доклад (сообщение) представляет собой развернутое сообщение на какую-либо тему, сделанное публично. Обычно в качестве тем для докладов предлагается тот материал учебного курса, который не освещается в лекциях, а выносится на самостоятельное изучение студентами. Доклады, сделанные студентами на практических занятиях, с одной стороны, позволяют дополнить лекционный материал, а с другой – дают преподавателю возможность оценить умение студентов самостоятельно работать с учебной и научной литературой.

Построение доклада, как и любой другой научной работы, традиционно включает три части: вступление, основную часть и заключение. Во вступлении указывается тема доклада, устанавливается его логическая связь с другими темами или место рассматриваемой проблемы среди других проблем, дается краткий обзор литературы, на материале которых раскрывается тема. В заключении обычно подводятся итоги, формулируются выводы. Основная часть также должна иметь четкое логическое построение. Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным, лишенным ненужных отступлений и повторений. Таким образом, работа над докладом не только позволяет студенту приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских умений, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления.

К самостоятельной работе студентов также относятся: **чтение основной и дополнительной литературы** – самостоятельное изучение материала по рекомендуемым литературным источникам; работа с библиотечным каталогом, самостоятельный подбор необходимой литературы; работа со словарем, справочником; поиск необходимой информации в сети Интернет; конспектирование источников; реферирование источников; составление аннотаций к прочитанным литературным источникам; составление рецензий и отзывов на прочитанный материал; составление обзора публикаций по теме; составление и разработка терминологического словаря; составление библиографии (библиографической картотеки); подготовка к различным формам текущей и промежуточной аттестации (к тестированию, контрольной работе, зачету, экзамену); выполнение домашних контрольных работ; самостоятельное выполнение практических заданий репродуктивного типа (ответы на вопросы, задачи, тесты; выполнение творческих заданий).

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Тема 1. Сущность моделирования. Постановка задачи моделирования объектов географической среды <i>Основные задачи моделирования</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Анализ факторов</i> • <i>Изучение взаимосвязей</i> • <i>Анализ динамики</i> • <i>Оценка и прогнозирование</i> 	18	Практическое задание, опрос
Тема 2. Классификация математических моделей и их параметров <i>Классификация моделей по типу и характеру</i>	18	Практическое задание, опрос
Тема 3. Оценка состояния окружающей среды с использованием многомерных моделей <ul style="list-style-type: none"> • <i>SDM как тип статистических моделей</i> 	18	Практическое задание, опрос
Тема 4. Построение модели по данным наблюдений или статистики. Геоestatистика <ul style="list-style-type: none"> • <i>Пространственная корреляция</i> • <i>Шаги построения экологической модели</i> 	18	Практическое задание, опрос
Тема 5. Модели пространственных данных и ГИС <i>Растровая модель. Примеры, принципы. Алгебра растров.</i>	18	Практическое задание, опрос

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно:

Реферат – письменная работа объемом 10-18 печатных страниц, выполняемая студентом в течение длительного срока (от одной недели до месяца). Реферат – краткое точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе одной или нескольких книг, монографий или других первоисточников. Реферат должен содержать основные фактические

сведения и выводы по рассматриваемому вопросу. Реферат отвечает на вопрос: что содержится в данной публикации (публикациях). Однако реферат – не механический пересказ работы, а изложение ее существа. В настоящее время, помимо реферирования прочитанной литературы, от студента требуется аргументированное изложение собственных мыслей по рассматриваемому вопросу. Тему реферата может предложить преподаватель или сам студент, в последнем случае она должна быть согласованна с преподавателем. В реферате нужны развернутые аргументы, рассуждения, сравнения. Материал подается не столько в развитии, сколько в форме констатации или описания. Содержание реферируемого произведения излагается объективно от имени автора. Если в первичном документе главная мысль сформулирована недостаточно четко, в реферате она должна быть конкретизирована и выделена.

Реферат состоит из введения, основного текста, заключения и библиографического списка. Реферат при необходимости может содержать приложение. Каждая из частей начинается с новой страницы. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов. Заголовки следует печатать с прописной буквы. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. В конце заголовка точку не ставят. Расстояние между заголовком и последующим текстом должно быть не менее 10 мм.

Титульный лист

Титульный лист является первой страницей реферата, заполняется по строго определенным правилам и оформляется на отдельном листе бумаги. Нормы оформления титульного листа могут зависеть от принятых на кафедре стандартов.

Содержание размещается после титульного листа. Слово «Содержание» записывается в виде заголовка (по центру). В содержании приводятся все заголовки работы и указываются страницы. Содержание должно точно повторять все заголовки в тексте.

Во введении реферата указываются актуальность темы реферата, цель реферата, задачи, которые необходимо решить, чтобы достигнуть указанной цели. Кроме того, во введении реферата дается краткая характеристика структуры работы и использованных информационных источников (литературы). Объем введения для реферата составляет 1-1,5 страницы.

Основной текст

Основной текст разделён на главы. Если текст достаточно объёмный, то главы дополнительно делятся на параграфы. Главы и параграфы реферата нумеруются. Точка после номера не ставится. Номер параграфа реферата включает номер соответствующей главы, отделяемый от собственного номера точкой, например, «1.3». Заголовки не должны иметь переносов и подчеркиваний, но допускается выделять их полужирным шрифтом или курсивом.

Если реферат маленький (общий объем 8-10 стр.), то его можно не разбивать на главы, а просто указывается «Основная часть», которая выступает в качестве заголовка единственной главы. Однако все-таки предпочтительнее, чтобы текст был разбит на главы (хотя бы две). Каждая новая глава начинается с новой страницы. На основную часть реферата приходится 6-16 страниц.

Заключение

В заключении формируются выводы, а также предлагаются пути дальнейшего изучения темы. Здесь необходимо указать, почему важны и актуальны рассматриваемые в реферате вопросы. В заключении должны быть представлены ответы на поставленные во введении задачи, сформулирован общий вывод и дано заключение о достижении цели реферата. Заключение должно быть кратким, четким, выводы должны вытекать из содержания основной части.

Библиографический список

При составлении библиографического списка следует придерживаться общепринятых

стандартов. Список литературы у реферата – 4-12 позиций. Работы, указанные в библиографическом списке, должны быть относительно новыми, выпущенными за последние 5-10 лет. Более старые источники можно использовать лишь при условии их уникальности.

Приложения

Приложения должны нумероваться арабскими цифрами. В правом верхнем углу указывают: «Приложение 1», а с новой строки – название приложения. Пример оформления показан ниже:

Приложение 1

Научный стиль и точность

Текст набирается на компьютере в текстовом редакторе на одной стороне листа формата А4 книжной ориентации. Все страницы текста, кроме титульного листа, должны быть пронумерованы. Нумерация начинается с содержания. Номер страницы ставится по центру нижнего поля страницы.

Формат страниц текста – А 4. Гарнитура шрифта обычная – Times New Roman, при необходимости Arial, Tahoma. Кегль (или размер шрифта) – 14. Междустрочный интервал – 1,5. Межсимвольный интервал – обычный. Количество знаков в строке, считая пробелы – 60. Поля – стандартные: слева – 3 см, справа – 1,5 см, сверху и снизу – по 2 см.

Рекомендуемый объем реферата – 10-20 страниц. При таких параметрах получается так называемый стандартный машинописный лист, когда на странице размещено примерно 1500 знаков с пробелами.

Конспектирование. Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

- План-конспект – это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.
- Текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.
- Свободный конспект – это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.
- Тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу). Данный вид конспектирования рекомендуется при подготовке к вопросам семинарского занятия.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Сущность моделирования. Постановка задачи моделирования объектов географической среды	Лекция-диалог	Практическое задание, опрос	Не предусмотрено
Тема 2. Классификация математических моделей и их параметров	Лекция-диалог	Практическое задание, опрос	Не предусмотрено

Тема 3. Оценка состояния окружающей среды с использованием многомерных моделей	Лекция-диалог	Практическое задание, опрос	Не предусмотрено
Тема 4. Построение модели по данным наблюдений или статистики. Геостатистика	Лекция-диалог	Практическое задание, опрос	Не предусмотрено
Тема 5. Модели пространственных данных и ГИС	Лекция-диалог	Практическое задание, опрос	Не предусмотрено

6.2. Информационные технологии

- использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т. е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
QGIS	Геоинформационная система

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО "ИВИС". <http://dlib.eastview.com>
- Электронные версии периодических изданий, размещенные на сайте информационных ресурсов www.polpred.com
- Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». <https://library.asu-edu.ru>
- Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu-edu.ru>

- Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) - сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. <http://mars.arbicon.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «*Моделирование изменений географической среды*» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. Сущность моделирования. Постановка задачи моделирования объектов географической среды	ПК-5	Практическое задание, опрос
Тема 2. Классификация математических моделей и их параметров	ПК-5	Практическое задание, опрос
Тема 3. Оценка состояния окружающей среды с использованием многомерных моделей	ПК-5	Практическое задание, опрос
Тема 4. Построение модели по данным наблюдений или статистики. Геоestatистика	ПК-5	Практическое задание, опрос
Тема 5. Модели пространственных данных и ГИС	ПК-5	Практическое задание, опрос

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя

3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Тема 1. Сущность моделирования. Постановка задачи моделирования объектов географической среды

Практическое задание

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ ПРИКРЕПЛЯЮТСЯ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Вам предстоит проанализировать состояние концентрации Хлорофилла-а. Для этого необходимо изучить модели концентрации. Проанализировав представленные материалы (ссылки), сделайте общий вывод о состоянии концентрации хлорофилла за последние 10-12 лет. Какие выводы можно сделать?

Тема 2. Классификация математических моделей и их параметров

Практическое задание

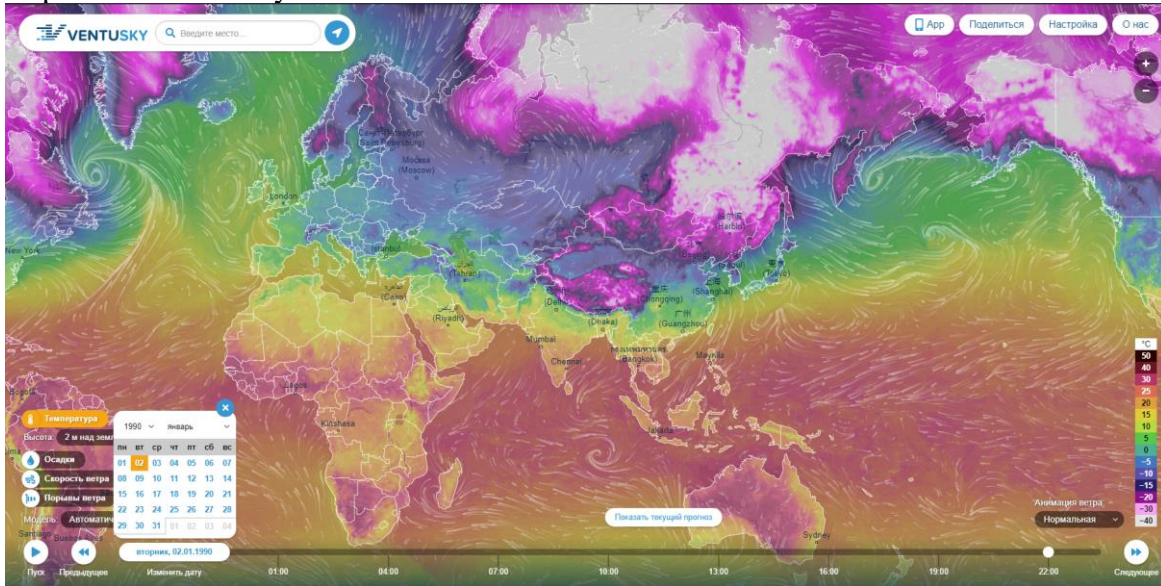
Изучить видео

https://www.youtube.com/watch?v=CacbAL_lahs

ответить на вопросы: - что такое изменение климата?

- почему важно изучать вопрос изменения климата?

2. Перейти на ресурс
<https://www.ventusky.com>



Изучить средние зимние и летние температуры с 1990 года.

Выявить основные тенденции изменения сезонных температур, территории изменения/фиксирования аномальных температур. Предположить и объяснить возможные причины изменения их последствия.

Работа подтверждается скриншотами данного ресурса. В дополнение рекомендуется использовать и привлекать сторонние сервисы, например, <https://www.wetterzentrale.de>.

Тема 3. Оценка состояния окружающей среды с использованием многомерных моделей

Практическое задание

- Дать определение многомерным моделям
- Дать определение экологической ниши.
- Определить, может ли быть экологическая ниша как многомерное явление.

Тема 4. Построение модели по данным наблюдений или статистики. Геостатистика

Практическое задание 1

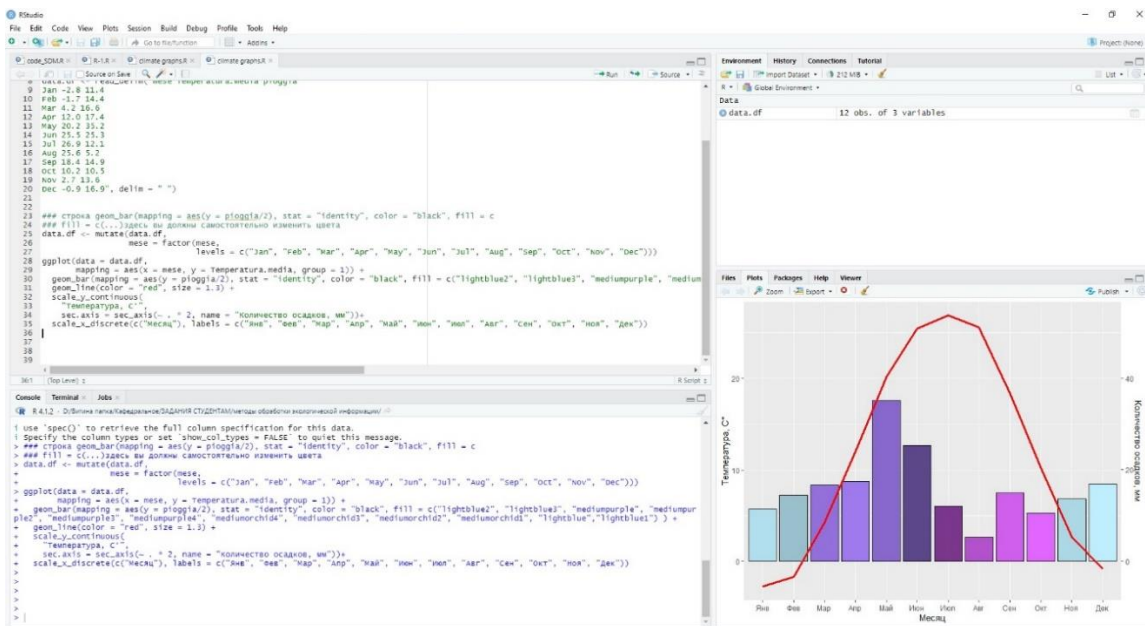
При помощи ресурсов FIRMS и EO-browser проанализировать и описать территории Астраханской области, где в период с сентября 2023 по март 2024 были зафиксированы крупные пожары.

Практическое задание 2

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ ПРИКРЕПЛЯЮТСЯ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

- Рассчитать климатические данные в файле климатические данные.xlsx.

- Далее визуализировать их в среде R.
- Пример визуализации приведен на изображении.



Пример финальной работы

Тема 5. Модели пространственных данных и ГИС

Практическое задание

- Создание векторного слоя:
 - Используя ГИС-программу, создайте слой точек для обозначения температур на территории Приволжского района астраханской обалсти.
 - Добавьте к каждой точке атрибутивную информацию: температура, состояние, дата.
 - Создайте слой полигонов для обозначения границ.
- Работа с растровыми данными:
 - Преобразуйте существующий векторный слой в растровый, установив подходящее разрешение сетки.
 - Проанализируйте растровое изображение, сопоставте, например, со спутниковым снимком

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЭКЗАМЕН

- Что такое географическая модель, ее функции и значение.
- Классификация моделей (абстрактные, физические, компьютерные, статичные, динамичные).
- Связь моделирования с другими методами географических исследований (картографирование, статистика, системный анализ).
- Методы статистического анализа и экстраполяции.
- Имитационное моделирование (динамика процессов).
- Применение ГИС и дистанционного зондирования в моделировании.

- Моделирование климатических изменений (общециркуляционные модели, региональные аспекты).
- Моделирование динамики рельефа, почвенного покрова, водных ресурсов
- Модели парникового эффекта и изменения климата.
- Моделирование опустынивания, эрозии почв.
- Моделирование распространения загрязнений (воздух, вода).
- Математические и физико-химические модели: для прогноза рассеивания загрязнителей, динамики химических процессов.
- Экосистемные модели: модели потоков энергии, круговоротов веществ.
- Комплексные (интегральные) модели: объединяющие разные компоненты (например, модель «качество воды – здоровье человека»).
- Прогностические модели: для оценки будущих сценариев развития ситуации.

Таблица 9. Оценочные средства с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК-5. Способен к комплексному анализу информации в области экологии и природопользования, подлежащей профильной экспертизе				
1	Задание закрытого типа	Как называется упрощенное представление реального объекта а) оригинал; б) прототип; в) модель; г) система.	В	1
2		Процесс построения моделей называется: а) моделирование; б) конструирование; в) экспериментирование; г) проектирование	А	1
3		Что представляют собой многомерные модели в оценке состояния окружающей среды? А. Модели, использующие минимальное число переменных для упрощенного анализа. Б. Простые линейные уравнения, описывающие динамику отдельных компонентов экосистемы. В. Комплексные системы, позволяющие анализировать множественные взаимодействия и зависимости факторов окружающей среды.	В	1

		Г. Уравнения регрессии для предсказания поведения одной переменной.		
4		Какой этап НЕ входит в процесс оценки состояния окружающей среды с применением многомерных моделей? А. Сбор исходных данных. Б. Анализ тенденций фондового рынка. В. Выбор значимых показателей. Г. Интерпретация полученных результатов.	Б	1
5		Какова основная цель применения многомерных моделей в экологии? А. Увеличение числа туристов на территориях заповедников. Б. Определение оптимального маршрута движения транспорта. В. Создание научной основы для решения проблем сохранения биоразнообразия и улучшения экологической обстановки. Г. Максимизация прибыли предприятий промышленности.	В	1
6	Задание открытого типа	Глобальные изменения климата могут привести к таянию покровных ледников и повышению вследствие этого уровня Мирового океана. Какой из перечисленных городов России может в наибольшей степени пострадать в случае такого развития событий и почему? 1) Кемерово	Калининград находится на берегу моря. Поэтому повышение уровня океана в первую очередь затронет его, так как приведет к затоплению прибрежных равнин в первую очередь.	5

		2) Калининград 3) Новосибирск 4) Курск		
7		Почему важно применять многомерные модели в анализе экологической ситуации? Приведите минимум два аргумента.	<p>1. Комплексный учет всех аспектов влияния. Экологическая ситуация формируется множеством взаимосвязанных факторов: загрязнением атмосферы, качеством водных ресурсов, состоянием почв, биологическим разнообразием и прочими параметрами. Многомерные модели позволяют включить сразу несколько важных характеристик, обеспечивая полную картину происходящего и исключая искаженные оценки, возникающие при игнорировании части данных.</p> <p>2. Повышенная точность анализа. Благодаря одновременному учету многих факторов многомерные модели способны выявлять ранее незамеченные связи и отношения между компонентами экосистемы. Например, они позволяют установить связь между изменением уровня осадков и распространением заболеваний среди диких животных, выявить зависимость концентрации вредных примесей в воде от промышленных выбросов, расположенных далеко от водоемов. Это повышает качество принимаемых управленческих решений и способствует эффективному решению экологических проблем.</p>	5
8		Опишите, каким образом многомерные модели способствуют разработке эффективных мер по охране природы.	Многомерные модели играют ключевую роль в разработке эффективных мер по охране природы, поскольку позволяют всесторонне оценить ситуацию и выработать оптимальные стратегии управления.	5
9		Назовите и поясните важность кросс-валидации при проверке эффективности статистической модели.	1. Кросс-валидация помогает убедиться, что модель способна обобщать знания и правильно обрабатывать новые данные, а не только хорошо работает на тренировочном наборе. Переобучение (overfitting) возникает, когда модель	5

			запоминает детали конкретного набора данных и теряет способность адаптироваться к новым условиям. 2. Метод часто используется для подбора оптимальной конфигурации модели (например, регуляризации или глубины дерева решений), позволяя сравнить производительность различных настроек на независимой выборке.	
10		Каковы различия между моделями регрессии и классификацией?	Регрессия применяется тогда, когда необходимо предсказать количественное значение непрерывной переменной (например, какой будет цена дома или ожидаемый урожай пшеницы). Классификация подходит для ситуаций, когда целью является отнести объект к конкретной группе или классу (например, диагностика болезни пациента или классификация писем на спам и обычные).	5

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

По дисциплине, итоговой формой отчетности для которой является экзамен, балльная оценка распределяется на две составляющие: семестровую (текущий контроль по учебной дисциплине течение семестра) - 50 баллов и экзаменационную - 50 баллов. 50 баллов семестрового контроля состоят из 40 баллов, полученных на различных формах текущего контроля и 10 баллов, включающих различного рода бонусы (отсутствие пропусков занятий, активная работа в течение семестра, публикации и пр.).

Проведение практических занятий должно быть организовано таким образом, чтобы на каждом занятии каждый студент группы получил хотя бы одну оценку.

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Реферат	4/3	12	В соответствии с расписанием учебного занятия
2.	Ответы на темы опроса	4/2	8	
3.	Практическая работа	6/3.3	20	
Всего			40	

Блок бонусов				
1.	Посещение всех занятий		6	В соответствии с расписанием учебного занятия
2.	Своевременное выполнение всех заданий		4	
	Всего		10	
Дополнительный блок				
	Экзамен		50	
	Всего		50	
	ИТОГО		100	-

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание на аудиторное занятие	-10
Нарушение учебной дисциплины	-5
Неготовность к аудиторному занятию	-5
Пропуск аудиторного занятия без уважительной причины	-10

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено
Ниже 60		

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

- Куликова, А. А. Инженерная защита окружающей среды : Процессы и аппараты защиты окружающей среды : метод. указания к подготовке курсового проекта / А. А. Куликова, А. С. Батугин. - Москва : МИСиС, 2020. - 26 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/MISIS-2021080835.html>
- Чеснокова, Т. А. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : учеб. пособие / Чеснокова Т. А. , Тукумова Н. В. - Иваново : Иван. гос. хим. - технол. ун-т. , 2014. - 170 с. - ISBN 978-5-9616-0480-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785961604801.html>
- Пьядичев, Э. В. Охрана окружающей среды и основы природопользования : учебное пособие / Э. В. Пьядичев [и др.]. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2024. - 224 с. - ISBN 978-5-906109-20-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906109200.html>

8.2. Дополнительная литература

1. Мельников, А. А. Проблемы окружающей среды и стратегия ее сохранения : учебное пособие для вузов / Мельников А. А. - Москва : Академический Проект, 2020. - 720 с. (Фундаментальный учебник) - ISBN 978-5-8291-3006-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829130060.html>
2. Ветошкин, А. Г. Защита окружающей среды от энергетических воздействий : учебное пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. - Москва : Абрис, 2012. - ISBN 978-5-4372-0031-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200315.html>
3. Белопухов, С. Л. Химия окружающей среды : учебное пособие / Белопухов С. Л. , Сюняев Н. К. , Тютюнькова М. В. ; под общ. ред. проф. Белопухова С. Л. - Москва : Проспект, 2016. - 240 с. - ISBN 978-5-392-17531-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392175314.html>
4. Рыженков, А. П. Физика окружающей среды / Рыженков А. П. - Москва : Прометей, 2018. - 91 с. - ISBN 978-5-906879-78-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906879783.html>

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для проведения занятий необходимы аудитории для проведения практических занятий, оборудованные учебной мебелью и персональными компьютерами.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медикопедагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).