


**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ УПРАВЛЕНИЯ «ТИСБИ»**

Кафедра менеджмента и предпринимательства

Утверждаю
зав. кафедрой
Ф.Ф. Хамидуллин

Протокол заседания
кафедры № 7
от « 26 » февраля 2026 г.



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины	Глобальное и региональное изменение климата
Направление подготовки	05.03.06 Экология и природопользование
Профиль подготовки	Экология и глобальное управление устойчивым развитием
Год набора	2026

Составитель:

Метлаш Н.К.

Казань

Содержание

1. Цели и задачи учебной дисциплины	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины	5
4. Структура и содержание дисциплины	6
4.1 Модульно-тематический план и пояснительная записка с указанием этапов формирования компетенций	6
4.2 Содержание дисциплины по темам (разделам)	8
4.3 Планы практических и семинарских занятий	9
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	11
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	14
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины	16
8. Оценка компетенций по изучаемой дисциплине	16
Приложение 1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	
Приложение 2. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины

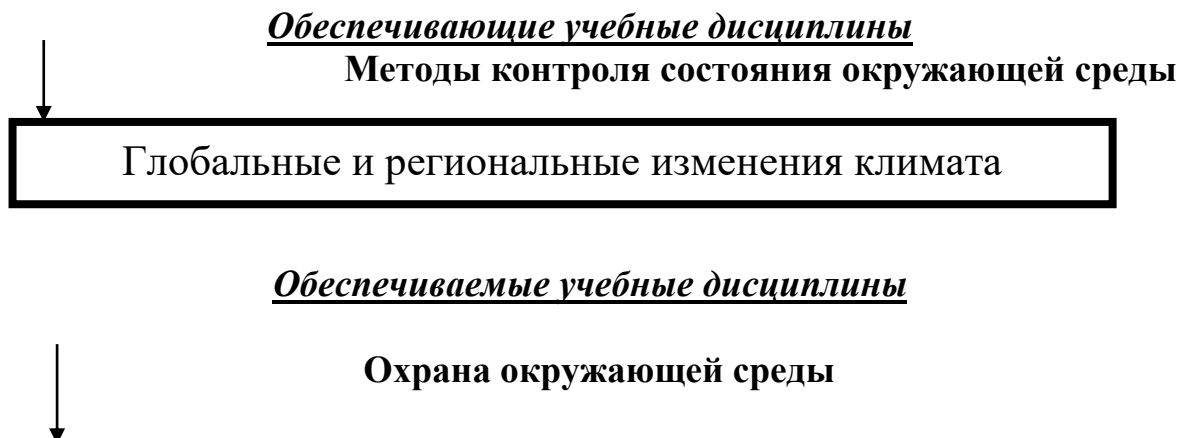
- формирование у обучающихся способности квалифицированно анализировать причины и последствия глобальных и региональных климатических изменений;
- навыков проектирования, публичного представления, аргументированной защиты и эффективного распространения результатов профессиональной и научно-исследовательской деятельности в данной предметной области.

Задачи изучения дисциплины:

- уметь формулировать цели и задачи научного проекта, выбирать методы сбора и обработки климатических данных (спутниковые наблюдения, палеоклиматические реконструкции, моделирование).
- освоить навык подготовки научно-технических отчетов, создания качественных графических материалов (карт, графиков) и устных презентаций по теме климатических изменений.
- развить способности аргументированно отстаивать научную позицию, участвовать в дискуссиях о причинах и последствиях климатических изменений, выявлять корректность использования статистических данных и моделей.
- владеть навыками адаптации сложной научной информации для разных аудиторий (студенты, органы власти, общественность), включая подготовку публикаций и просветительскую деятельность в сфере экологии и климата.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Данная дисциплина относится к обязательной части Блока 1 учебного плана. До начала изучения дисциплины Глобальные и региональные изменения климата у студента должны быть сформированы компоненты компетенций (ЗУВы), полученных в результате изучения дисциплины Обществознание (школьный курс). Дисциплина находится во взаимосвязи с дисциплинами согласно схеме:



3. Требования к результатам освоения дисциплины

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению 05.03.06 Экология и природопользование, профиль «Экология и глобальное управление устойчивым развитием»:

ОПК-6. Способен проектировать, представлять, защищать и распространять результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности .

После освоения дисциплины студент должен получить следующие образовательные результаты

Декомпозиция компетенций

Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
Компетенция ОПК – 6.2	
ОПК-6.2 Представляет результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности в виде отчета по установленной форме	ОПК-6.2 З.6 Знает причины и механизмы изменения климата Земли под влиянием природных факторов и человеческой активности; содержание методов получения климатической информации из особенностей строения природных индикаторов климата ОПК-6.2 У.6 Умеет производить метеорологические измерения ОПК-6.2 В.6 Владеет навыками работы с архивами климатических данных

4. Структура и содержание дисциплины.

4.1. Модульно-тематический план и пояснительная записка с указанием этапов формирования компетенций

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часа).

Модульная разбивка учебной дисциплины					
Наименование модулей	Количество ауд. часов		Самостоят. работа. очная	Всего часов.	Индикаторы компетенции
	Лекции очная	Практ. очная			
Модуль 1 «Причины и механизмы климатических изменений: природные и антропогенные факторы. Методы реконструкции климата по природным индикаторам»:					
Тема 1: Естественные и антропогенные факторы изменения климата: механизмы влияния на глобальном и региональном уровнях	2	5	7	14	ОПК-6.2 3.6. У.6
Тема 2: Природные индикаторы климата: методы реконструкции и интерпретации	2	5	7	14	
Модуль 2 «Метеорологические измерения: приборы, методики, полевые наблюдения»:					
Тема 3: Приборы и методы метеорологических измерений: стандартизация, метрологическое обеспечение	3	5	7	15	ОПК-6.2 3.6 У.6 В.6
Тема 4: Практика полевых наблюдений: организация измерений, регистрация и первичная обработка данных	3	5	8	16	
Модуль 3 «Архивы климатических данных: сбор, обработка, анализ и визуализация»:					
Тема 5: Источники и структура климатических данных: архивы метеостанций, реанализы, спутниковая информация	2	5	8	15	ОПК-6.2 3.6 У.6 В.6
Тема 6: Методы анализа и визуализации климатических временных рядов и пространственных полей	3	5	8	16	
Подготовка к зачету			18	18	
ИТОГО	15	30	63	108	-

* Данная тема изучается с элементами интерактивных методов обучения, которые отражены в Пояснительной записке данного курса

Пояснительная записка с этапами формирования компетенций

Данный курс разбит на два логически завершенных и взаимосвязанных между собой модуля, которые охватывают весь материал дисциплины, обеспечивают приобретение образовательных результатов в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами. Порядок освоения модулей выстраивает траекторию и этапы формирования заявленных компетенций (или их составляющих).

Модуль 1 Причины и механизмы климатических изменений: природные и антропогенные факторы. Методы реконструкции климата по природным индикаторам

В результате прохождения первого модуля студент должен:

ОПК-6.2 3.6 Знает причины и механизмы изменения климата Земли под влиянием природных факторов и человеческой активности; содержание методов получения климатической информации из особенностей строения природных индикаторов климата Уровень освоения полученных знаний и умений проверяется компьютерным тестированием и решением практических задач с использованием программных средств в соответствии с темами изучаемого модуля

Модуль 2 Метеорологические измерения: приборы, методики, полевые наблюдения включает в себя 2 темы

В результате прохождения второго модуля студент должен

ОПК-6.2 3.6 Знает причины и механизмы изменения климата Земли под влиянием природных факторов и человеческой активности; содержание методов получения климатической информации из особенностей строения природных индикаторов климата

ОПК-6.2 У.6 Умеет производить метеорологические измерения.

Уровень освоения полученных знаний и умений проверяется компьютерным тестированием и решением практических задач с использованием программных средств в соответствии с темами изучаемого модуля.

Модуль 3 Архивы климатических данных: сбор, обработка, анализ и визуализация

ОПК-6.2 3.6 Знает причины и механизмы изменения климата Земли под влиянием природных факторов и человеческой активности; содержание методов получения климатической информации из особенностей строения природных индикаторов климата

ОПК-6.2 У.6 Умеет производить метеорологические измерения

ОПК-6.2 В.6 Владеет навыками работы с архивами климатических данных

Уровень освоения полученных знаний и умений проверяется компьютерным тестированием и решением практических задач с использованием программных средств в соответствии с темами изучаемого модуля.

4.2. Содержание дисциплины по темам (разделам) «Глобализация и региональное изменение климата».

Тема 1.

Естественные и антропогенные факторы изменения климата: механизмы влияния на глобальном и региональном уровнях

1. Естественные факторы: астрономические (циклы Миланковича), солнечная активность, вулканические извержения, изменения океанической циркуляции (Эль-Ниньо, термохалинная циркуляция).
2. Антропогенные факторы: эмиссии парниковых газов и аэрозолей, изменения землепользования и урбанизация, выбросы фреонов и их роль в стратосферном озоне.
3. Радиационный форсинг и чувствительность климатической системы: баланс поглощённой и отражённой энергии, парниковый эффект, обратные связи (альбедо, водяной пар, облачность).
4. Пространственно-временная структура климатических изменений: глобальные тренды, региональная дифференциация, особенности полярных и экваториальных широт.
5. Сценарии будущего климата: моделирование (CMIP6), репрезентативные траектории концентраций (RCP/SSP), неопределённости прогнозов.

Тема 2.

Природные индикаторы климата: методы реконструкции и интерпретации

1. Дендрохронология и дендроклиматология: отбор кернов, перекрёстная датировка, построение древесно-кольцевых хронологий, климатическая чувствительность.
2. Изотопные методы: $\delta^{18}\text{O}$, δD , $\delta^{13}\text{C}$ в ледяных кернах, сталагмитах, створках моллюсков; связь с температурой и режимом увлажнения.
3. Спорово-пыльцевой анализ и палеоботанические реконструкции: идентификация таксонов, построение диаграмм, восстановление растительности и климата.
4. Лимнологические и криогенные индикаторы: анализ донных отложений (хризифитовые цисты, диатомеи, магнитная восприимчивость), изучение многолетнемёрзлых пород и повторно-жильных льдов.
5. Интеграция природных архивов: калибровка по инструментальным данным, методы датирования (^{14}C , U/Th, дендрохронология), построение многопрокси-реконструкций.

Тема 3.

Приборы и методы метеорологических измерений: стандартизация, метрологическое обеспечение

1. Классификация метеорологических приборов: контактные и дистанционные, аналоговые и цифровые, стационарные и портативные.
2. Измерение температуры и влажности воздуха: термометры (жидкостные, термоэлектрические, сопротивления), психрометры, гигрометры (волосные, конденсационные, ёмкостные).
3. Измерение атмосферного давления: ртутные и aneroidные барометры, требования к размещению и снятию отсчётов.
4. Измерение ветра и осадков: анемометры (чашечные, крыльчатые, ультразвуковые), осадкомеры (Третьякова, плювиографы), весовые и оптические методы.
5. Метрологическое обеспечение: требования ВМО к стандартизации наблюдений, поверка и калибровка приборов, понятие репрезентативности измерений.

Тема 4.

Практика полевых наблюдений: организация измерений, регистрация и первичная обработка данных

1. Организация полевых работ: выбор места для метеоплощадки, размещение приборов (степень защищённости, ориентация, высота), соблюдение сроков наблюдений.
2. Проведение метеорологических измерений: срочные и ежедневные наблюдения, измерение экстремальных значений (максимум, минимум), определение количества и интенсивности осадков.
3. Регистрация и документирование: ведение журналов наблюдений, кодирование данных, использование электронных регистраторов и автоматических метеостанций.
4. Первичная обработка данных: проверка качества (выбросы, пропуски), приведение к стандартным уровням, вычисление средних, сумм, аномалий.
5. Основы метеорологического мониторинга: стационарные посты, экспедиционные исследования, дистанционные методы (профилирование, лазерные дальнометры) как дополнение к прямым измерениям.

Тема 5

Источники и структура климатических данных: архивы метеостанций, реанализы, спутниковая информация

1. Наземные сети наблюдений: глобальные и национальные архивы (ВНИИГМИ-МЦД, NOAA NCEI, ECA&D), форматы представления данных (CLIMAT, BUFR).
2. Спутниковая информация: типы данных (радиометрия, лидар, активное и пассивное зондирование), продукты (температура подстилающей поверхности, осадки, облачность, альбедо).
3. Реанализы и модели: принципы ассимиляции данных, глобальные реанализы (ERA5, MERRA-2, NCEP/NCAR), пространственное разрешение, ограничения.
4. Специализированные базы данных: палеоклиматические архивы (NOAA Paleoclimatology), данные дендрохронологии (ITRDB), изотопные и ледяные керны.
5. Форматы данных и работа с ними: NetCDF, GRIB, HDF; инструменты для чтения и извлечения (Python, CDO, Panoply), понятие метаданных и атрибутов.

Тема 6

Методы анализа и визуализации климатических временных рядов и пространственных полей

1. Статистическая обработка временных рядов: расчёт скользящих средних, аномалий, линейных трендов (метод наименьших квадратов), оценка статистической значимости.
2. Индексы климатических экстремумов: специализированные индексы (ETCCDI) для температуры и осадков, методы их расчёта по суточным данным.
3. Пространственный анализ: построение полей аномалий, пространственная интерполяция (кригинг, сплайны), методы выявления пространственно-временных закономерностей (EOF, SVD).
4. Визуализация результатов: создание графиков временных рядов, диаграмм размаха, гистограмм; построение карт в ГИС и специализированных пакетах (QGIS, ArcGIS, Python – cartopy, matplotlib).
5. Подготовка отчётных материалов: структура научного отчёта, представление результатов измерений и расчётов, документирование этапов работы, основы визуального дизайна для публичной защиты.

4.3 Планы практических и семинарских занятий

Семинар 1.

Причины и механизмы изменений климата, природные индикаторы

Основные вопросы

Семинар с элементами практического расчёта: обсуждение естественных (астрономические циклы, солнечная активность, вулканизм, океаническая циркуляция) и антропогенных факторов (парниковые газы, аэрозоли, землепользование); анализ временных рядов глобальной температуры, концентрации CO₂ и индексов вулканической активности с использованием интерактивных инструментов (NASA Vital Signs); расчёт радиационного форсинга по упрощённой формуле для разных сценариев; выявление региональных особенностей обратных связей (полярное усиление, изменения муссонов); итоговая дискуссия о сравнительной роли природной и антропогенной составляющей в современном изменении климата.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные естественные факторы изменения климата и охарактеризуйте их временные масштабы действия (от десятилетий до миллионолетий).
2. Объясните механизм радиационного форсинга: как изменение концентрации парниковых газов и аэрозолей влияет на энергетический баланс системы Земля – атмосфера?
3. В чём заключается феномен «полярного усиления» (Arctic amplification) и какие обратные связи его обуславливают?
4. Сравните вклад естественных (солнечная активность, вулканизм) и антропогенных факторов в наблюдаемое потепление последних 150 лет, используя данные модельных экспериментов (CMIP).
5. Как региональные климатические колебания (например, Эль-Ниньо – Южное колебание, Северо-Атлантическое колебание) могут маскировать или усиливать долговременный антропогенный тренд?

Практическое занятие (расчетно-аналитическая работа) 2.

Метеорологические измерения, полевые наблюдения

Основные вопросы

– Лабораторная работа с прокси-данными: знакомство с принципами дендрохронологии, изотопного анализа, спорово-пыльцевого метода и лимнологических индикаторов; практическое построение дендрохронологической кривой по данным из международной базы ITRDB, стандартизация рядов и выявление периодов неблагоприятных для роста; сравнение многопрокси-реконструкций температуры за последнюю тысячу лет (включая «хоккейную клюшку») с обсуждением причин расхождений; интерпретация изотопных ($\delta^{18}\text{O}$, δD) и пыльцевых данных для восстановления климатических условий определённого временного интервала; оформление краткого заключения по результатам реконструкции.

Контрольные вопросы

1. Назовите не менее трёх типов природных архивов (прокси) и для каждого укажите, какой временной диапазон и климатический параметр он позволяет восстановить.

2. Опишите принцип дендрохронологической датировки и стандартизации древесно-кольцевых серий. Как выделяется климатический сигнал из полученной хронологии?
3. Какие изотопные системы ($\delta^{18}\text{O}$, δD , $\delta^{13}\text{C}$) используются в палеоклиматологии и как они интерпретируются для реконструкции температуры и влажности?
4. В чём заключаются преимущества и ограничения спорово-пыльцевого анализа для реконструкции климата четвертичного периода?
5. Что такое многопрокси-реконструкция и для чего необходимо калибровать прокси-данные по инструментальным наблюдениям? Приведите пример известной реконструкции температуры последнего тысячелетия.

Семинар-практикум 3.

Приборы и методы метеорологических измерений: стандартизация, метрологическое обеспечение

Основные вопросы

Семинар-практикум по метеорологическим приборам: работа на станциях с термометрами (жидкостные, сопротивления), психрометрами (Августа, Ассмана), барометрами (анероид, ртутный), анемометрами (чашечные, ручные), осадкомером Третьякова и плювиографом; сравнение показаний различных приборов, оценка инструментальных погрешностей, знакомство с требованиями ВМО к размещению оборудования (высота установки, радиационная защита); заполнение протоколов наблюдений и расчёт поправок к показаниям; обсуждение факторов, влияющих на точность измерений, и основ поверки метеорологических средств измерений.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные требования Всемирной метеорологической организации (ВМО) к размещению метеорологической площадки и установке приборов.
2. Сравните устройство и принцип работы психрометра Августа и аспирационного психрометра Ассмана. В чём преимущества последнего?
3. Какие виды поправок вносят в показания барометра-анероида и для чего они необходимы?
4. Объясните, как определяют скорость ветра с помощью чашечного анемометра и ручного анемометра. Какие факторы могут искажать результаты?
5. Что такое поверка средств измерений и как она обеспечивает единство метеорологических наблюдений?

Семинар-практикум 4.

Практика полевых наблюдений: организация измерений, регистрация и первичная обработка данных

Основные вопросы

Выездное (или имитационное на учебном полигоне) полевое занятие: организация метеорологических измерений в трёх точках с разным типом подстилающей поверхности (луг, асфальт, лесополоса) в два временных срока (утро, день); проведение срочных наблюдений с использованием

портативных метеостанций и комплектов приборов (температура, влажность, давление, ветер, облачность, осадки); регистрация данных в полевых журналах с фиксацией координат и условий; камеральная первичная обработка (внесение в таблицу, проверка качества, расчёт средних); сравнение полученных данных с данными ближайшей официальной метеостанции; подготовка краткого отчёта с объяснением выявленных микроклиматических различий и его устная защита в группе.

Контрольные вопросы

1. Опишите последовательность действий при организации полевых метеорологических наблюдений: от выбора точек до фиксации результатов.
2. Какие метеорологические элементы фиксируются при срочных наблюдениях и как они регистрируются в полевом журнале?
3. Как выполняется первичная обработка данных полевых измерений: проверка качества, выявление выбросов, приведение к стандартным условиям?
4. Сравните данные, полученные на участках с разным типом подстилающей поверхности (например, луг, асфальт, лес). Какие закономерности выявили и чем они объясняются?
5. Какую информацию можно получить, сопоставив результаты собственных полевых измерений с данными ближайшей стационарной метеостанции? Приведите примеры возможных расхождений.

Семинар 5

Источники и структура климатических данных: архивы метеостанций, реанализы, спутниковая информация

Основные вопросы

Источники и структура климатических данных: архивы метеостанций, реанализы, спутниковая информация

Компьютерный практикум по источникам данных: поиск и загрузка суточных данных метеостанций из открытых архивов (ВНИИГМИ-МЦД, NOAA NCEI, ECA&D); знакомство с интерфейсами порталов реанализов (Copernicus CDS – ERA5) и спутниковых продуктов (NASA Earth Observatory); работа с форматами NetCDF/GRIB с использованием библиотеки xarray в Python или специализированных программ (Panoply, CDO); анализ метаданных (пространственное разрешение, временной охват, пропуски); составление краткой аннотации на выбранный набор данных для дальнейшего использования в исследовательской работе.

Контрольные вопросы

1. Назовите не менее трёх крупных международных архивов климатических данных (наземных, спутниковых, реанализов) и укажите их ключевые характеристики.
2. В чём различие между данными реанализа (например, ERA5) и данными непосредственных наблюдений (метеостанции)? Каковы преимущества и ограничения каждого типа данных?

3. Какие форматы данных (NetCDF, GRIB, CSV) наиболее распространены в климатологии и для каких задач каждый из них предпочтителен?
4. Что такое метаданные и почему они критически важны при работе с климатическими архивами? Приведите примеры элементов метаданных.
5. Опишите алгоритм поиска и загрузки суточных данных метеостанции из открытого архива (например, NOAA NCEI или ВНИИГМИ-МЦД) для заданного региона и периода.

Семинар-практикум 6

Методы анализа и визуализации климатических временных рядов и пространственных полей

Основные вопросы

Анализ и визуализация: расчёт среднемесячных и среднегодовых аномалий температуры и осадков относительно базового периода, оценка линейных трендов и их статистической значимости; вычисление индексов экстремальности (ETCCDI: количество летних/морозных дней, максимальная суточная сумма осадков, дни с интенсивными осадками) на основе суточных данных; построение графиков временных рядов с наложенными трендами, диаграмм «ящик с усами» для сравнения десятилетий, карт пространственного распределения трендов в QGIS или с помощью cartopy; формулировка выводов о направленности и величине климатических изменений в выбранном регионе; оформление результатов в виде краткого отчёта с графическими материалами и его презентация с обоснованием полученных результатов.

Контрольные вопросы

1. Как рассчитываются аномалии температуры (осадков) и для чего в качестве базового периода выбирают 30-летний интервал (например, 1991–2020)?
2. Опишите метод наименьших квадратов для оценки линейного тренда временного ряда. Как проверяется статистическая значимость тренда?
3. Назовите не менее трёх индексов климатических экстремумов по методике ETCCDI и поясните, как они вычисляются по суточным данным.
4. Какие инструменты (программные пакеты, библиотеки) можно использовать для построения карт пространственного распределения климатических параметров? Опишите основные этапы создания такой карты.
5. Приведите структуру краткого научного отчёта по результатам анализа климатических данных. Какие элементы визуализации (графики, карты, таблицы) являются обязательными для наглядного представления результатов?

работы студентов

Самостоятельная работа студентов регламентируется Положением об организации самостоятельной работы студентов.

Основными видами учебных занятий для студентов по данному курсу учебной дисциплины являются: лекции, семинарские занятия, самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.

Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, основной и дополнительной литературы; подготовку к практическим занятиям в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время практических занятий.

Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на лекциях, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на практических занятиях, контроль знаний студентов.

Перед началом изучения дисциплины необходимо ознакомиться с порядком изучения дисциплины, т.е. модульно-тематическим планом и пояснительной запиской с указанием этапов формирования заявленных компетенций, ознакомиться с порядком оценивания результатов обучения, для чего необходимо изучить следующие документы: Положение о модульно-рейтинговой системе оценивания и Принципы оценки уровня знаний, умений и навыков (характеристика ответа).

Студент должен внимательно изучить перечень основной (дополнительной) литературы и взять необходимые учебники в библиотеке. Контроль над ходом и результатами самостоятельной работы студентов может осуществляться в сплошной, индивидуальной, выборочной формах. В процессе самостоятельного изучения студент обязан проработать перечисленные ниже темы, для углубления теоретических знаний и практических навыков, на основании методических рекомендаций по самостоятельной работе.

Тема 1. Естественные и антропогенные факторы изменения климата:
механизмы влияния на глобальном и региональном уровнях

Задания для самостоятельной работы:

1. **Аналитический обзор:** Подготовить реферат-обзор по одному из естественных факторов (например, «Роль вулканических извержений в климатической системе», «Циклы Миланковича и их связь с оледенениями»). Объём 3–5 страниц, с указанием источников (научные статьи, обзоры IPCC).

2. **Сравнительный анализ сценариев:** Изучить сценарии будущего климата SSP (Shared Socioeconomic Pathways) и подготовить краткую справку о различиях в антропогенных выбросах и ожидаемых климатических последствиях для одного региона (по выбору).
3. **Расчётное задание:** На основе предоставленных данных о концентрации CO₂ за последние 100 лет рассчитать радиационный форсинг по формуле $\Delta F = \alpha \ln(C/C_0)$ для разных временных отрезков, построить график, сделать выводы о динамике антропогенного воздействия.
4. **Подготовка к дискуссии:** Найти и законспектировать две научные статьи (или главы из докладов IPCC), отражающие противоположные точки зрения на роль природной изменчивости в современном потеплении (например, роль Эль-Ниньо). Подготовить аргументы для дискуссии.
5. **Картографический анализ:** Используя доступные онлайн-ресурсы (например, Climate Reanalyzer), построить карты аномалий температуры для разных сезонов текущего года и сопоставить с типичными проявлениями крупномасштабных циркуляционных индексов (ENSO, NAO). Сделать выводы о региональных особенностях.

Тема 2. Природные индикаторы климата: методы реконструкции и интерпретации

Задания для самостоятельной работы:

1. **Обработка дендрохронологических данных:** Самостоятельно загрузить с базы ITRDB (International Tree-Ring Data Bank) один файл с шириной годовичных колец, построить временной ряд, провести стандартизацию (используя Excel, R или онлайн-инструменты) и выделить периоды с наиболее выраженными климатическими аномалиями.
2. **Работа с изотопными данными:** Изучить опубликованные данные по $\delta^{18}\text{O}$ из ледяных кернов Гренландии (например, проект GISP2) и построить график изменения температуры за последние 10 000 лет. Сопоставить с известными климатическими событиями (например, 8.2 ka event).
3. **Анализ многопрокси-реконструкции:** Подготовить презентацию, сравнивающую две разные реконструкции температуры Северного полушария за последние 2000 лет (например, PAGES 2k и Mann et al.). Объяснить причины различий (выбор прокси, методы обработки, неопределённости).
4. **Кейс-стади:** Выбрать конкретный природный архив (озёрные отложения, сталагмиты, торфяники) и описать, какие климатические параметры и с каким временным разрешением можно восстановить, привести примеры реальных исследований для выбранного региона.

5. **Методическое задание:** Составить схему (интеллект-карту) методов датирования, используемых в палеоклиматологии, с указанием временного диапазона применения и типов природных архивов, для которых каждый метод применим.

Тема 3. Приборы и методы метеорологических измерений: стандартизация, метрологическое обеспечение

Задания для самостоятельной работы:

1. **Изучение нормативных документов:** Ознакомиться с «Наставлением гидрометеорологическим станциям и постам» (Росгидромет) и выписать основные требования к размещению термометров, психрометров и анемометров. Подготовить конспект-схему.
2. **Расчёт погрешностей:** По заданным паспортным данным приборов (класс точности) рассчитать абсолютную и относительную погрешность измерения температуры, давления и влажности для конкретных значений. Сравнить допустимые и реальные погрешности.
3. **Виртуальный практикум:** Используя онлайн-симуляторы метеостанций (например, MetEd), выполнить упражнения по снятию показаний с различных типов приборов и занесению их в журнал. Составить отчёт о выполнении.
4. **Сравнительный анализ типов приборов:** Подготовить таблицу сравнения контактных и дистанционных методов измерения температуры воздуха (термометры сопротивления, инфракрасные пирометры), указав принцип действия, преимущества, ограничения, области применения.
5. **Метрологическое задание:** Изучить процедуру поверки психрометра Ассмана. Составить алгоритм действий при поверке и перечислить документы, оформляемые по результатам.

Тема 4. Практика полевых наблюдений: организация измерений, регистрация и первичная обработка данных

Задания для самостоятельной работы:

1. **Разработка программы наблюдений:** Для заданной территории (например, территория университетского кампуса) разработать программу микроклиматических наблюдений: выбрать точки, обосновать их репрезентативность, определить перечень измеряемых параметров, периодичность, форму журнала.
2. **Анализ полевого журнала:** Предоставляется фрагмент полевого журнала с записями наблюдений (с намеренными ошибками). Студент

- должен выявить ошибки (выбросы, несоответствия, пропуски), предложить способы их исправления или отбраковки данных.
3. **Обработка данных микроклиматических наблюдений:** Используя самостоятельно собранные или предоставленные преподавателем данные полевых измерений (температура, влажность, ветер в разных точках), рассчитать средние, построить графики сравнения, интерпретировать различия с точки зрения подстилающей поверхности и застройки.
 4. **Сравнение с официальными данными:** Выбрать ближайшую к дому или вузу метеостанцию, найти её данные за период проведения полевых измерений (через открытые архивы), сопоставить свои данные с официальными, объяснить расхождения в кратком отчёте (2–3 страницы).
 5. **Подготовка отчётного материала:** Оформить результаты полевых наблюдений в виде готового фрагмента научного отчёта: введение (цель, задачи, методика), таблицы исходных и обработанных данных, графики, выводы. Включить фотографии точек измерений.

Тема 5 Источники и структура климатических данных: архивы метеостанций, реанализы, спутниковая информация

Задания для самостоятельной работы:

1. **Регистрация и знакомство с порталами:** Самостоятельно зарегистрироваться на портале Copernicus Climate Data Store, NOAA NCEI и ВНИИГМИ-МЦД. Оформить скриншоты личного кабинета и краткое описание доступных функций.
2. **Поиск и загрузка данных:** По заданным координатам (например, для своего города) найти и скачать: а) суточные данные метеостанции за последние 5 лет; б) месячные данные реанализа ERA5 для той же территории за тот же период. Сохранить файлы с понятными именами, указать метаданные.
3. **Работа с форматом NetCDF:** Используя программу Panoply или Python (numpy), открыть загруженный NetCDF-файл, изучить структуру (размерности, переменные, атрибуты), извлечь метаданные, построить простой график временного ряда или карту для одного временного среза. Сделать скриншоты и краткое описание.
4. **Сравнение пространственного разрешения:** Подготовить отчёт, в котором сравниваются пространственное разрешение, периодичность обновления и типы данных для трёх разных источников: спутниковый продукт MODIS LST, реанализ ERA5-Land, сетка наземных станций (например, E-OBS). Оценить, для каких задач предпочтителен каждый источник.
5. **Создание базы метаданных:** Для набора из 5–10 метеостанций (выбранных из каталога) составить таблицу метаданных: индекс ВМО, название, координаты, высота, период работы, наличие пропусков, ссылка на архив.

Тема 6. Методы анализа и визуализации климатических временных рядов и пространственных полей

Задания для самостоятельной работы:

1. **Расчёт климатических норм и аномалий:** Используя скачанные суточные данные метеостанции за 30 лет, рассчитать среднемесячные и среднегодовые значения для базового периода (например, 1991–2020). Вычислить аномалии для последних 5 лет, построить столбчатую диаграмму аномалий.
2. **Оценка трендов:** По тем же данным рассчитать линейный тренд для среднегодовой температуры, проверить его статистическую значимость (с использованием t-критерия). Построить график исходного ряда с наложенной линией тренда. Сделать вывод о скорости потепления.
3. **Расчёт индексов экстремальности:** По суточным данным температуры и осадков вычислить 3–4 индекса ETCCDI (например, количество летних дней SU25, количество морозных дней FD0, максимальную суточную сумму осадков RX1day, количество дней с осадками >10 мм R10mm). Сравнить значения для двух десятилетий.
4. **Пространственная визуализация:** Используя данные реанализа ERA5 или спутниковые данные, построить в QGIS (или Python) карту распределения температуры или осадков для выбранного сезона, нанести на карту границы региона, подписать масштаб и легенду. Экспортировать карту в формате изображения.
5. **Комплексный аналитический отчёт:** Выбрать один регион (область, край) и подготовить краткий климатический отчёт (5–7 страниц) на основе анализа данных не менее чем из двух источников (метеостанции, реанализ). Отчёт должен включать: временные ряды температуры и осадков, оценку трендов, индексы экстремальности, карту пространственного распределения, выводы об изменениях климата в регионе за последние 30–50 лет.

Примерная тематика рефератов.

1. Естественные и антропогенные факторы современного изменения климата: сравнительный анализ вклада.
2. Методы палеоклиматических реконструкций: возможности и ограничения природных индикаторов.
3. Климатические экстремумы: тенденции изменчивости и методы расчёта индексов.
4. Микроклиматические особенности городских территорий: организация и результаты метеорологических наблюдений.
5. Спутниковый мониторинг климатических параметров: возможности и перспективы.
6. Архивы климатических данных: структура, доступ, методы обработки.
*Сравнительная характеристика глобальных архивов (NOAA NCEI,

ERA5, ВНИИГМИ-МЦД), форматов данных (NetCDF, GRIB), инструментов для работы с большими массивами, проблемы качества и гомогенизации рядов.*

7. Региональные особенности изменения климата на территории России: современные тренды и прогнозируемые изменения.
8. Роль океанических и атмосферных циркуляционных режимов (ENSO, NAO, Атлантическая мультideкадная осцилляция) в формировании регионального климата.
9. Научная коммуникация в области климатических изменений: адаптация сложной информации для разных аудиторий.
10. Сценарии будущего климата: от RCP к SSP – эволюция подходов и неопределённости прогнозов.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная:

1. Шполянская, Н. А. Динамика глобального изменения климата и эволюция криолитозоны : учебник для вузов / Н. А. Шполянская, Г. Г. Осадчая, В. Ю. Дудников. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 291 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14999-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568123> (дата обращения: 26.03.2026).

2. Оболенский, В. Н. Краткий курс метеорологии / В. Н. Оболенский. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 200 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-10497-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/565663> (дата обращения: 26.03.2026).

Дополнительная:

1. Мейсурова, А. Ф. Экология и природопользование: теоретические основы : учебник для вузов / А. Ф. Мейсурова. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 123 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19195-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/590245> (дата обращения: 26.03.2026).

2. Блинов, Л. Н. Экология : учебник для среднего профессионального образования / Л. Н. Блинов, В. В. Полякова, А. В. Семенча ; под общей редакцией Л. Н. Блинова. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 183 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-19148-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/584512> (дата обращения: 26.03.2026).

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы и интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>)

2. Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru>)
3. <http://mon.gov.ru> –сайт Минобрнауки РФ
4. <http://www.edu.ru/> –библиотека федерального портала «Российское образование» (содержит каталог ссылок на интернет-ресурсы, электронные библиотеки по различным вопросам образования)
5. <http://www.prilib.ru> –Президентская библиотека
- 4.<http://www.rusneb.ru> –Национальная электронная библиотека
6. <http://elibrary.rsl.ru/> –сайт Российской государственной библиотеки (раздел «Электронная библиотека»)
7. <http://elibrary.ru> –научная электронная библиотека «Elibrary»
8. <http://lib.7480040.ru/index.php>–Электронно-библиотечная система «ИНО»
9. <https://uisrussia.msu.ru> Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
10. Российская газета. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/oficial>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В процессе изучения данной дисциплины в соответствии с Реестром материально-технического обеспечения аудиторного фонда Университета управления "ТИСБИ" используются:

Наименование аудитории	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория №321. Лаборатория международно-политических исследований	Аудиторная доска, комплект специализированной учебной мебели на 40 посадочных места, три шкафа, карты географические.	-
Читальный зал. Кабинет 214 для самостоятельной работы студентов	10 компьютеров с выходом в интернет, копировальный аппарат, комплект специализированной учебной мебели (столы, стулья) на 46 посадочных мест, книжные стеллажи для периодики, выставочные витрины, шкаф для	- Операционная система Microsoft Windows 8.1 Pro, Windows 10 Pro. - Microsoft Office 2013. Данные программы получают обновления автоматически, в режиме, установленном разработчиком (компанией Microsoft), посредством сети интернет. Подтверждающие документы: Акт приема-передачи неисключительного ограниченного права на лицензионное ПО № ПРСЧ-12-04326 от 18.12.2013г., №558 от 18.12.2014г., №ПРСЧ-15-01353 от 10.11.2015г., №272 от 15.04.2016г., Microsoft Open

	<p>хранения книг, выставочный стеллаж, стеллажи для хранения книжного фонда.</p> <p>Спец. рабочее место для слабовидящих: ноутбук, клавиатура Брайля, портативное устройство для чтения PEARL.</p>	<p>License: 64476071 Windows 8.1 Professional и Office Professional Plus 2013; Microsoft Open License: 65966487 Windows 10 Pro, бухгалтерские документы, подтверждающие факт приобретения лицензионного ПО.</p> <p>- Информационно-правовая система ""Гарант"" - договор №12135/2019 от 02.12.2019г. с автоматической пролонгацией. Обновления производятся в автоматическом режиме через сеть Интернет самим разработчиком практически ежедневно</p>
--	--	---

8. Оценка компетенций по изучаемой дисциплине

Для оценки компетентности рекомендуется использовать рейтинговую оценку знаний, умений и навыков студента по окончании изучения каждого Модуля в соответствии с Положением о модульно-рейтинговой системе организации образовательного процесс. Итоговая оценка (в баллах) складывается из баллов, набранных по каждому Модулю (семестровая оценка) и баллов, набранных, непосредственно на экзамене (зачете).

Расчет набранных баллов по дисциплине осуществляется в следующей последовательности:

$$C = \frac{M_1 + M_2 + \dots + M_n}{n} \times 0,6, \text{ где } M - \text{ количество баллов по модулю; } n - \text{ количество}$$

модулей

$$З = K \times 0,4, \text{ где } K - \text{ количество баллов на экзамене (зачете);}$$

$$И = C + З + П, \text{ где } П - \text{ поощрительные баллы (от 1 до 5).}$$

Уровень сформированности компетенций и их основные признаки оцениваются по следующим таблицам:

Оценка уровня сформированности компетенции ОПК-6. Способен проектировать, представлять, защищать и распространять результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности в части дисциплины «Глобальные и региональные изменения климата»

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Основные признаки уровня	Инструменты оценки сформированности уровня
1	2	3	4
1	Пороговый уровень (как минимально допустимый) (от 60 до 70 баллов)	ОПК-6.2 3.6 Знает причины и механизмы изменения климата Земли под влиянием природных факторов и человеческой активности; содержание методов получения климатической информации из особенностей строения природных индикаторов климата	Тестирование Реферат Выступление на семинаре Зачет
2	Базовый уровень (относительно порогового уровня) (От 71 до 85 баллов)	ОПК-6.2 3.6 Знает причины и механизмы изменения климата Земли под влиянием природных факторов и человеческой активности; содержание методов получения климатической информации из особенностей строения природных индикаторов климата ОПК-6.2 У.6 Умеет производить метеорологические измерения ОПК-6.2 В.6 Владеет навыками работы с архивами климатических данных	Тестирование Реферат Выступление на семинаре Зачет
3	Повышенный уровень (относительно порогового уровня) (От 86 до 100 баллов)	ОПК-6.2 3.6 Знает причины и механизмы изменения климата Земли под влиянием природных факторов и человеческой активности; содержание методов получения климатической информации из особенностей строения природных индикаторов климата ОПК-6.2 У.6 Умеет производить	Тестирование Реферат Выступление на семинаре Зачет

		метеорологические измерения ОПК-6.2 В.6 Владеет навыками работы с архивами климатических данных	
--	--	---	--

Приложение 1

Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины.

Студентам на первом занятии необходимо ознакомиться с Рабочей программой дисциплины, где прописаны цели, задачи и трудоемкость дисциплины. Перед началом изучения дисциплины необходимо повторить учебный материал обеспечивающих учебных дисциплин предшествующих курсов.

Затем необходимо ознакомиться с порядком изучения дисциплины, т.е. модульно-тематическим планом и пояснительной запиской с указанием этапов формирования заявленных компетенций.

И, наконец, ознакомиться с порядком оценивания результатов обучения, для чего необходимо изучить следующие документы: Положение о модульно-рейтинговой системе оценивания и Принципы оценки уровня знаний, умений и навыков (характеристика ответа).

Студент должен внимательно изучить перечень основной (дополнительной) литературы и взять необходимые учебники в библиотеке.

При сдаче модулей упор делается на выявление основных факторов, их анализ и определения путей повышения экономической эффективности, полученных в результате анализа.

При подготовке к семинарскому занятию необходимо уточнить план проведения занятий, подготовить необходимую документацию. Практические занятия проводятся после лекционного изучения темы. Решение задач и выполнение заданий, приведенных в программе учебной дисциплины обязательно.

При изучении данного курса преподавателем используются интерактивные методы обучения, что помогает эффективнее сформировать заявленные компетенции. Если занятия проводятся в малых группах, то каждая группа обеспечивается необходимой документацией. Занятие проводится в постоянном сравнении расчетов и выступлении участников команд.

В результате каждая из команд выносит на всеобщее обсуждение свои результаты и может быть оценена как со стороны преподавателя, так и со стороны студентов другой команды.

**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ УПРАВЛЕНИЯ «ТИСБИ»**

Кафедра менеджмента и предпринимательства

Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации
по дисциплине
«Глобальные и региональные изменения климата»

направление подготовки: Экология и природопользование

профиль подготовки: Экология и глобальное управление
устойчивым развитием

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Наполнение фонда оценочных средств по формам контроля
 - 2.1 Фонд оценочных средств и шкала оценивания для текущего контроля.
 - 2.1.1 Тестирование
 - 2.1.2 Выступление на семинаре
 - 2.1.3 Реферат эссе и др. творческие работы
 - 2.2 Фонд оценочных средств и шкала оценивания для промежуточного контроля.
 - 2.2.1 Фонд оценочных средств для проверки знаний и умений (вопросы к зачету)
 - 2.2.2 Фонд оценочных средств для проверки сформированности навыков (задачи к зачету)

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> Формы контроля </div> <div> Формируемые компетенции </div> </div>	ОПК-6.2
Формы текущего контроля	
Тестирование письменное	36
Выступление на семинаре	36, У6
Реферат эссе и др. творческие работы	36
Формы промежуточного контроля	
Зачет	36, У6, В6

З- знания, У- умения, В-владения

2. Наполнение фонда оценочных средств по формам контроля.

2.1 Фонд оценочных средств и шкала оценивания для текущего контроля

2.1.1. Тестирование письменное

Тестирование заключается в написании студентами тестовых вопросов по определенной теме и блоку тем, заданных преподавателем. Тестирование выполняется во время лекционного занятия и выполняется студентом с использованием собственного конспекта лекций. Студент должен составить 10 вопросов с тремя и большим количеством вариантов ответов. Данный вид работы способствует в актуализации знаний студентами по данной дисциплине.

Образец теста

1. Какая из перечисленных обратных связей в климатической системе является положительной и наиболее значительно усиливает антропогенное потепление в высоких широтах?

- А) Увеличение облачности низкого яруса, повышающее альбедо.
- Б) Увеличение стока пресной воды в Северную Атлантику, замедляющее термохалинную циркуляцию.
- В) Таяние морского льда и снежного покрова, снижающее альбедо и увеличивающее поглощение солнечной радиации.**

2. При проведении полевых метеорологических наблюдений с использованием переносного аспирационного психрометра Ассмана для получения корректных значений относительной влажности воздуха необходимо:

А) Установить прибор на открытом солнце для лучшего прогрева термометров.

Б) Расположить прибор на высоте 0,5 м от поверхности почвы.

В) Обеспечить принудительную вентиляцию (завод пружинного механизма) и защиту термометров от прямых солнечных лучей с помощью двойных экранов.

3. А) Сравнение абсолютных максимумов температуры за два последовательных года.

Б) Визуальное сопоставление значений температуры за январь и июль.

В) Расчёт линейного тренда методом наименьших квадратов по ряду среднегодовых аномалий относительно базового периода (например, 1981–2010) с проверкой значимости по t-критерию Стьюдента.

Критерии оценивания письменного тестирования

Результат	Балл
Сформулированы 10 или более вопросов с тремя и более ответами на каждый вопрос. Обозначен правильный ответ. Все вопросы и ответы сформулированы в терминах изучаемой дисциплины.	100-86
Сформулированы не менее 8 вопросов с тремя ответами на каждый вопрос. Обозначен правильный ответ. Все вопросы и ответы сформулированы в терминах изучаемой дисциплины.	85-71
Сформулированы не менее 6 вопросов с тремя или меньшим количеством ответов на каждый вопрос. Обозначен правильный ответ.	70-60
Сформулированы менее 6 вопросов с тремя или меньшим количеством ответов на каждый вопрос. Правильный ответ не обозначен. Ряд вопросов и ответов сформулированы неверно.	Менее 60

2.1.2. Выступление на семинаре

Выступление на семинаре выполняются в соответствии с планом семинарских занятий п.4.3

Основные вопросы

Семинар с элементами практического расчёта: обсуждение естественных (астрономические циклы, солнечная активность, вулканизм, океаническая циркуляция) и антропогенных факторов (парниковые газы, аэрозоли, землепользование); анализ временных рядов глобальной температуры, концентрации CO₂ и индексов вулканической активности с использованием интерактивных инструментов (NASA Vital Signs); расчёт радиационного форсинга по упрощённой формуле для разных сценариев; выявление региональных особенностей обратных связей (полярное усиление, изменения муссонов); итоговая дискуссия о сравнительной роли природной и антропогенной составляющей в современном изменении климата.

Контрольные вопросы

6. Перечислите основные естественные факторы изменения климата и охарактеризуйте их временные масштабы действия (от десятилетий до миллионолетий).
7. Объясните механизм радиационного форсинга: как изменение концентрации парниковых газов и аэрозолей влияет на энергетический баланс системы Земля – атмосфера?
8. В чём заключается феномен «полярного усиления» (Arctic amplification) и какие обратные связи его обуславливают?
9. Сравните вклад естественных (солнечная активность, вулканизм) и антропогенных факторов в наблюдаемое потепление последних 150 лет, используя данные модельных экспериментов (CMIP).
10. Как региональные климатические колебания (например, Эль-Ниньо – Южное колебание, Северо-Атлантическое колебание) могут маскировать или усиливать долговременный антропогенный тренд?

Практическое занятие (расчетно-аналитическая работа) 2.

Метеорологические измерения, полевые наблюдения

Основные вопросы

– Лабораторная работа с прокси-данными: знакомство с принципами дендрохронологии, изотопного анализа, спорово-пыльцевого метода и лимнологических индикаторов; практическое построение дендрохронологической кривой по данным из международной базы ITRDB, стандартизация рядов и выявление периодов неблагоприятных для роста; сравнение многопрокси-реконструкций температуры за последнюю тысячу лет (включая «хоккейную клюшку») с обсуждением причин расхождений; интерпретация изотопных ($\delta^{18}\text{O}$, δD) и пыльцевых данных для восстановления климатических условий определённого временного интервала; оформление краткого заключения по результатам реконструкции.

Контрольные вопросы

6. Назовите не менее трёх типов природных архивов (прокси) и для каждого укажите, какой временной диапазон и климатический параметр он позволяет восстановить.

7. Опишите принцип дендрохронологической датировки и стандартизации древесно-кольцевых серий. Как выделяется климатический сигнал из полученной хронологии?
8. Какие изотопные системы ($\delta^{18}\text{O}$, δD , $\delta^{13}\text{C}$) используются в палеоклиматологии и как они интерпретируются для реконструкции температуры и влажности?
9. В чём заключаются преимущества и ограничения спорово-пыльцевого анализа для реконструкции климата четвертичного периода?
10. Что такое многопрокси-реконструкция и для чего необходимо калибровать прокси-данные по инструментальным наблюдениям? Приведите пример известной реконструкции температуры последнего тысячелетия.

Семинар-практикум 3.

Приборы и методы метеорологических измерений: стандартизация, метрологическое обеспечение

Основные вопросы

Семинар-практикум по метеорологическим приборам: работа на станциях с термометрами (жидкостные, сопротивления), психрометрами (Августа, Ассмана), барометрами (анероид, ртутный), анемометрами (чашечные, ручные), осадкомером Третьякова и плювиографом; сравнение показаний различных приборов, оценка инструментальных погрешностей, знакомство с требованиями ВМО к размещению оборудования (высота установки, радиационная защита); заполнение протоколов наблюдений и расчёт поправок к показаниям; обсуждение факторов, влияющих на точность измерений, и основ поверки метеорологических средств измерений.

Контрольные вопросы

6. Перечислите основные требования Всемирной метеорологической организации (ВМО) к размещению метеорологической площадки и установке приборов.
7. Сравните устройство и принцип работы психрометра Августа и аспирационного психрометра Ассмана. В чём преимущества последнего?
8. Какие виды поправок вносят в показания барометра-анероида и для чего они необходимы?
9. Объясните, как определяют скорость ветра с помощью чашечного анемометра и ручного анемометра. Какие факторы могут искажать результаты?
10. Что такое поверка средств измерений и как она обеспечивает единство метеорологических наблюдений?

Семинар-практикум 4.

Практика полевых наблюдений: организация измерений, регистрация и первичная обработка данных

Основные вопросы

Выездное (или имитационное на учебном полигоне) полевое занятие: организация метеорологических измерений в трёх точках с разным типом подстилающей поверхности (луг, асфальт, лесополоса) в два временных срока (утро, день); проведение срочных наблюдений с использованием

портативных метеостанций и комплектов приборов (температура, влажность, давление, ветер, облачность, осадки); регистрация данных в полевых журналах с фиксацией координат и условий; камеральная первичная обработка (внесение в таблицу, проверка качества, расчёт средних); сравнение полученных данных с данными ближайшей официальной метеостанции; подготовка краткого отчёта с объяснением выявленных микроклиматических различий и его устная защита в группе.

Контрольные вопросы

6. Опишите последовательность действий при организации полевых метеорологических наблюдений: от выбора точек до фиксации результатов.
7. Какие метеорологические элементы фиксируются при срочных наблюдениях и как они регистрируются в полевом журнале?
8. Как выполняется первичная обработка данных полевых измерений: проверка качества, выявление выбросов, приведение к стандартным условиям?
9. Сравните данные, полученные на участках с разным типом подстилающей поверхности (например, луг, асфальт, лес). Какие закономерности выявили и чем они объясняются?
10. Какую информацию можно получить, сопоставив результаты собственных полевых измерений с данными ближайшей стационарной метеостанции? Приведите примеры возможных расхождений.

Семинар 5

Источники и структура климатических данных: архивы метеостанций, реанализы, спутниковая информация

Основные вопросы

Источники и структура климатических данных: архивы метеостанций, реанализы, спутниковая информация

Компьютерный практикум по источникам данных: поиск и загрузка суточных данных метеостанций из открытых архивов (ВНИИГМИ-МЦД, NOAA NCEI, ECA&D); знакомство с интерфейсами порталов реанализов (Copernicus CDS – ERA5) и спутниковых продуктов (NASA Earth Observatory); работа с форматами NetCDF/GRIB с использованием библиотеки xarray в Python или специализированных программ (Panoply, CDO); анализ метаданных (пространственное разрешение, временной охват, пропуски); составление краткой аннотации на выбранный набор данных для дальнейшего использования в исследовательской работе.

Контрольные вопросы

6. Назовите не менее трёх крупных международных архивов климатических данных (наземных, спутниковых, реанализов) и укажите их ключевые характеристики.
7. В чём различие между данными реанализа (например, ERA5) и данными непосредственных наблюдений (метеостанции)? Каковы преимущества и ограничения каждого типа данных?

8. Какие форматы данных (NetCDF, GRIB, CSV) наиболее распространены в климатологии и для каких задач каждый из них предпочтителен?
9. Что такое метаданные и почему они критически важны при работе с климатическими архивами? Приведите примеры элементов метаданных.
10. Опишите алгоритм поиска и загрузки суточных данных метеостанции из открытого архива (например, NOAA NCEI или ВНИИГМИ-МЦД) для заданного региона и периода.

Семинар-практикум 6

Методы анализа и визуализации климатических временных рядов и пространственных полей

Основные вопросы

Анализ и визуализация: расчёт среднемесячных и среднегодовых аномалий температуры и осадков относительно базового периода, оценка линейных трендов и их статистической значимости; вычисление индексов экстремальности (ETCCDI: количество летних/морозных дней, максимальная суточная сумма осадков, дни с интенсивными осадками) на основе суточных данных; построение графиков временных рядов с наложенными трендами, диаграмм «ящик с усами» для сравнения десятилетий, карт пространственного распределения трендов в QGIS или с помощью cartopy; формулировка выводов о направленности и величине климатических изменений в выбранном регионе; оформление результатов в виде краткого отчёта с графическими материалами и его презентация с обоснованием полученных результатов.

Контрольные вопросы

6. Как рассчитываются аномалии температуры (осадков) и для чего в качестве базового периода выбирают 30-летний интервал (например, 1991–2020)?
7. Опишите метод наименьших квадратов для оценки линейного тренда временного ряда. Как проверяется статистическая значимость тренда?
8. Назовите не менее трёх индексов климатических экстремумов по методике ETCCDI и поясните, как они вычисляются по суточным данным.
9. Какие инструменты (программные пакеты, библиотеки) можно использовать для построения карт пространственного распределения климатических параметров? Опишите основные этапы создания такой карты.
10. Приведите структуру краткого научного отчёта по результатам анализа климатических данных. Какие элементы визуализации (графики, карты, таблицы) являются обязательными для наглядного представления результатов?

Критерии оценивания выступления на семинаре-практикуме

Результат	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленного вопроса, логично и последовательно отвечает на вопрос. Дает развернутый ответ с практическими примерами	100-90
Дает полный и логически правильный ответ на вопрос, частично может сформулировать примеры по рассматриваемому вопросу не может	80-89
Демонстрирует частичное понимание сути вопроса, частично может сформулировать примеры по рассматриваемому вопросу	70-79
Демонстрирует частичное понимание сути вопроса, не может сформулировать примеры по рассматриваемому вопросу	60-69
Демонстрирует непонимание вопроса, отвечает с наличием грубых ошибок в ответе, либо не отвечает на вопросы	Менее 60

2.1.3 .Реферат

Реферат является одним из этапов в формировании компетенций обучающегося. Реферат как форма оценочного средства предполагает краткое изложение в письменном виде содержания и результатов индивидуальной учебно-исследовательской деятельности, имеет регламентированную структуру, содержание и оформление. Его задачами являются формирование умений самостоятельной работы студентов с источниками литературы, их систематизация, развитие навыков логического мышления, углубление теоретических знаний по проблеме исследования

Примерные темы рефератов

1. Естественные и антропогенные факторы современного изменения климата: сравнительный анализ вклада.
2. Методы палеоклиматических реконструкций: возможности и ограничения природных индикаторов.
3. Климатические экстремумы: тенденции изменчивости и методы расчёта индексов.
4. Микроклиматические особенности городских территорий: организация и результаты метеорологических наблюдений.
5. Спутниковый мониторинг климатических параметров: возможности и перспективы.
6. Архивы климатических данных: структура, доступ, методы обработки.
7. Региональные особенности изменения климата на территории России: современные тренды и прогнозируемые изменения.

8. Роль океанических и атмосферных циркуляционных режимов (ENSO, NAO, Атлантическая мультидекадная осцилляция) в формировании регионального климата.
9. Научная коммуникация в области климатических изменений:
адаптация сложной информации для разных аудиторий.
10. Сценарии будущего климата: от RCP к SSP – эволюция подходов и неопределённости прогнозов.

11. Критерии оценивания

Критериями оценки реферата являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению. Новизна текста определяет, прежде всего, самостоятельностью в постановке проблемы, формулированием нового аспекта известной проблемы, наличие авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений.

Одним из критериев оценки работы является анализ использованной литературы. Определяется, привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

Степень раскрытия сущности вопроса – наиболее важный критерий оценки работы студента над рефератом. В данном случае определяется: а) соответствие плана теме реферата; б) соответствие содержания теме и плану реферата; в) обоснованность способов и методов работы с материалом, способность его систематизировать и структурировать; г) полнота и глубина знаний по теме; е) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме). Также учитывается соблюдение требований к оформлению: насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы; оценка грамотности и культуры изложения; владение терминологией; соблюдение требований к объёму реферата.

Критерии оценивания	баллы
В реферате обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.	90-100
Основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.	80-89
В работе имеются существенные отступления от требований	66-79

к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.	
Реферат представлен, но тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.	60-65

2.1. Фонд оценочных средств и шкала оценивания для промежуточного контроля

2.1.1. Фонд оценочных средств для проверки знаний/умений Примерные вопросы к зачету

1. Перечислите основные естественные факторы изменения климата и охарактеризуйте временные масштабы их действия.
2. Объясните механизм радиационного форсинга и его роль в формировании современного потепления.
3. Какие антропогенные факторы оказывают наибольшее влияние на климатическую систему? Опишите их воздействие.
4. Что такое обратные связи в климатической системе? Приведите примеры положительных и отрицательных обратных связей.
5. Назовите типы природных архивов (прокси-данных), используемых для палеоклиматических реконструкций, и укажите, какие климатические параметры они позволяют восстановить.
6. Опишите принципы дендрохронологического метода и его возможности для реконструкции температуры и осадков.
7. Какие изотопные методы применяются в палеоклиматологии? Как интерпретируются значения $\delta^{18}\text{O}$ в ледяных кернах?
8. В чём заключаются преимущества и ограничения спорово-пыльцевого анализа для реконструкции климата четвертичного периода?
9. Что такое многопрокси-реконструкция и зачем необходима калибровка прокси-данных по инструментальным наблюдениям?
10. Как региональные климатические колебания (ENSO, NAO) влияют на проявление глобального потепления в различных регионах?
11. Каковы основные требования Всемирной метеорологической организации (ВМО) к размещению метеорологической площадки и установке приборов?

12. Сравните устройство и принцип работы психрометра Августа и аспирационного психрометра Ассмана. В каких условиях предпочтительнее использовать каждый из них?
13. Какие виды поправок вносят в показания барометра-анероида и для чего они необходимы?
14. Опишите порядок измерения скорости ветра с помощью чашечного анемометра и ручного анемометра. Какие факторы могут повлиять на точность измерений?
15. Как организуются полевые метеорологические наблюдения? Опишите этапы: от выбора точек до первичной обработки данных.
16. Какие метеорологические элементы фиксируются при срочных наблюдениях и как они регистрируются в полевом журнале?
17. Как проводится проверка качества первичных данных полевых измерений? Приведите примеры возможных ошибок и способов их выявления.
18. Назовите основные международные архивы климатических данных (наземные, спутниковые, реанализы). Каковы их ключевые характеристики?
19. В чём различие между данными реанализа (например, ERA5) и данными непосредственных наблюдений на метеостанциях? Каковы преимущества и ограничения каждого типа данных?
20. Опишите методику расчёта линейного тренда временного ряда температуры и проверку его статистической значимости. Как интерпретировать полученные результаты?
21. Что такое индексы климатических экстремумов ETCCDI? Приведите примеры и поясните, как они вычисляются по суточным данным.
22. Какие программные инструменты (библиотеки, программы) используются для визуализации климатических данных? Опишите основные этапы построения карты пространственного распределения температуры или осадков.
23. Как рассчитываются аномалии температуры и для чего в качестве базового периода используют 30-летний интервал (например, 1991–2020)?
24. Что такое метаданные климатических данных и почему они важны при работе с архивами?

25. Опишите структуру краткого научного отчёта по результатам анализа климатических данных. Какие элементы визуализации являются обязательными?

2.2.3 Фонд оценочных средств для проверки умений/навыки (задачи к зачету)

Кейс 1.

Ситуация:

Группа студентов проводит микроклиматические наблюдения на территории университетского кампуса. Цель – оценить влияние подстилающей поверхности и застройки на температуру воздуха и влажность. Измерения выполняются в трёх точках: (1) на открытой лужайке (травяной покров), (2) на асфальтированной парковке, (3) в сквере с древесной растительностью. Студенты используют портативную метеостанцию (термометр, психрометр, анемометр), журнал наблюдений, фотоаппарат. В ходе работы были допущены следующие недочёты:

- В точке на асфальте приборы размещены на высоте 0,2 м от поверхности.
- В сквере снятие показаний проводилось сразу после перемещения группы из здания (прошло менее 5 минут).
- В журнале не зафиксированы время, облачность и скорость ветра для каждой точки.

После завершения полевого этапа студенты приступили к обработке данных и сравнению с данными ближайшей стационарной метеостанции.

Задания:

1. Перечислите ошибки, допущенные при организации и проведении измерений. Как они могли повлиять на достоверность результатов?
2. Предложите корректную процедуру установки приборов и адаптации к условиям окружающей среды для каждой точки.
3. Составьте фрагмент итогового отчёта (введение и методика) с указанием: цели работы, перечня измеряемых параметров, схемы расположения точек, обоснования выбора точек и методики измерений.
4. Объясните, какую дополнительную информацию можно получить, сравнив полевые данные с данными стационарной метеостанции, и какие факторы могут объяснить расхождения.

Кейс 2

Ситуация:

Вам как будущему экологу поступил запрос от администрации муниципального района: подготовить краткий аналитический материал (на 3–5 слайдов) для публичного отчёта о климатических изменениях на территории района за последние 50 лет. Администрация просит представить объективные данные, не перегружая сложной терминологией, но с чёткими выводами и рекомендациями по адаптации. Вы имеете доступ к открытым архивам климатических данных (ВНИИГМИ-МЦД, NOAA, ECA&D), а также к местным метеорологическим ежегодникам. Известно, что в районе расположена сельскохозяйственная зона, учащаются засухи и ливневые паводки.

Задания:

1. Опишите алгоритм сбора и обработки данных, необходимых для выполнения запроса. Какие источники информации и методы анализа вы используете?
2. Проведите анализ предложенных преподавателем данных (или воображаемых) по температуре (среднегодовая, экстремумы) и осадкам (суммы, интенсивность) за период 1970–2020 гг. Определите наличие трендов и их статистическую значимость.
3. Выберите два наиболее информативных климатических индекса (например, количество летних дней и максимальную суточную сумму осадков) и объясните их практическое значение для территории.
4. Подготовьте структуру презентации (перечень слайдов и ключевое содержание каждого) с учётом целевой аудитории – представители местной администрации и жители. Укажите, какие визуальные элементы (графики, карты, диаграммы) вы включите.
5. Сформулируйте краткие выводы и предложения по адаптации сельского хозяйства и инфраструктуры к выявленным климатическим изменениям.

Критерии оценки уровня усвоения знаний, умений и навыков по результатам зачета

Характеристика ответа	Европейская оценка	Рубежные баллы	Оценка	Уровень сформированности компетенций
Дан полный, развернутый ответ на поставленный теоретический вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном	A	100-96	зачтено	Повышенный уровень сформированности

<p>ориентировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента. При ответе вопрос студент демонстрирует применение знаний к реальным профессиональным ситуациям, объясняет решение задачи на уровне анализа, синтеза и дает свою оценку решения проблемы. Причем студент не затрудняется с ответом при видоизменении задания и правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.</p>				
<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный теоретический вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Умеет тесно увязывать теорию с практикой. Задача решена правильно и с обоснованием принятого решения. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p>	А	95-91	зачтено	
<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Задача решена верно, правильно обосновывает принятую методику решения задачи. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. В ответе допущены недочеты, исправленные студентом с помощью преподавателя.</p>	А	90-86	зачтено	
<p>Дан полный, развернутый ответ на</p>				Ба зо вы й ур ов

поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком в терминах науки. Студент владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Могут быть допущены недочеты или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	В	85-81	зачтено	
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Студент владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Ответы на дополнительные вопросы логичны, изложены в терминах науки, однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью "наводящих" вопросов преподавателя.	С	80-76	зачтено	
Студент демонстрирует достаточные теоретические и практические знания. Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1-2 ошибки в определении основных понятий или решении практической задачи, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.	С	75-71	зачтено	
Дан недостаточно полный и развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции. Студент испытывает затруднения при выполнении практической задачи и не может связать теорию с практикой.	Д	70-66	зачтено	Пороговый уровень сформированности компетенций
Дан неполный ответ, логика и	Е	65-61	зачтено	

последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Испытывает затруднения при выполнении практических задач. Речевое оформление требует поправок, коррекции.				
Дан неполный ответ. Присутствует нелогичность изложения. Студент затрудняется с доказательностью. Масса существенных ошибок в определениях терминов, понятий, характеристике фактов, явлений. В ответе отсутствуют выводы. Речь неграмотна. При ответе на дополнительные вопросы студент начинает понимать связь между знаниями только после подсказки преподавателя	Е	60	зачтено	
Студент испытывает значительные трудности в ответе на вопросы. Присутствует масса существенных ошибок в определениях терминов, понятий, характеристике фактов, явлений теории управления. Речь неграмотна. На дополнительные вопросы студент не отвечает. Задача не решена	F	Менее 60	Не зачтено	Компетенции не сформированы