МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт экологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
_____ Турилова Е.А.
"___"_____20___ г.

Программа дисциплины

Климатические модели

Направление подготовки: 05.04.04 - Гидрометеорология
Профиль подготовки: Моделирование атмосферных процессов
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): профессор, д.н. (доцент) Елисеев А.В. (кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, отделение природопользования), AVEliseev@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен использовать основы методологии научного познания, базовые знания в области математических и естественных наук при решении задач профессиональной деятельности в области гидрометеорологии
ОПК-2	Способен проводить научные исследования объектов, систем и процессов в области гидрометеорологии, в том числе при решении проблем изменений климата, геоэкологии и охраны окружающей среды, а также разрабатывать прогнозы (погоды, состояния климата и гидрологических объектов) различной заблаговременности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- современные методы обработки, интерпретации гидрометеорологической информации и методы разработки прогностической климатологической продукции при проведении научных и производственных исследований;

- методологию проведения научных исследований объектов, систем и процессов в области климатологии, в том числе при решении проблем изменений климата, а также разработки прогноза состояния климата различной заблаговременности.

Должен уметь:

- использовать современные методы обработки, интерпретации климатологической информации и методы разработки прогностической климатологической продукции при проведении научных и производственных исследований;

- проводить научные исследования объектов, систем и процессов в области климатологии, в том числе при решении проблем изменений климата, а также разрабатывать прогноз состояния климата различной заблаговременности.

Должен владеть:

- навыками применения современных методов обработки, интерпретации климатологической информации и методов разработки прогностической метеорологической продукции при проведении научных и производственных исследований;

- навыками проведения научных исследований объектов, систем и процессов в области климатологии, в том числе при решении проблем изменений климата, а также разработки прогноза состояния климата различной заблаговременности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.10 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.04.04 "Гидрометеорология (Моделирование атмосферных процессов)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 37 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 35 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Вводная часть	3	2	0	2	0	0	0	5
2.	Тема 2. Энергетика климатической системы. Радиационная энергетика, радиационное возмущающее воздействие	3	2	0	2	0	0	0	6
3.	Тема 3. Климатические обратные связи.	3	2	0	2	0	0	0	6
4.	Тема 4. Энергобалансовые климатические модели	3	4	0	4	0	0	0	6
5.	Тема 5. Модели промежуточной сложности и модели общей циркуляции	3	4	0	4	0	0	0	6
6.	Тема 6. Сценарии будущих климатических изменений	3	4	0	4	0	0	0	6
	Итого		18	0	18	0	0	0	35

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Вводная часть

Понятие Земной климатической системы, её компонент. Основные процессы, представление которых необходимо в климатических моделях. Выделение разных классов климатических моделей: энергобалансовых, радиационно-конвективные, промежуточной сложности, общей циркуляции. Иерархия климатических моделей в связи с представлением фундаментальных законов сохранения (энергии, импульса, массы). Понятие о моделях Земной системы. Связь климатических моделей с моделями прогноза погоды и различия между этими типами моделей. Формулировка задачи изменения климата как задачпредсказуемости 2-го рода.

Тема 2. Энергетика климатической системы. Радиационная энергетика, радиационное возмущающее воздействие

Определение радиационного возмущающего воздействия (РВВ). Различные виды радиационного возмущающего воздействия. Невозможность представления ряда возмущений в виде РВВ. Существующие гипотезы о влиянии космических процессов на формирование РВВ: галактические лучи, события Форбуша, протонные вспышки на Солнце, вариации притока солнечной энергии к Земле, изменение параметров орбиты Земли, падение небесных тел, влияние других планет. Теория Миланковича.

Тема 3. Климатические обратные связи.

Подстройка климата к внешнему воздействию. Радиационная и адвективная подстройка. Формальное определение обратной связи и особенности приложения этого понятия к задачам климатологии. Коэффициенты усиления обратных связей. Основные обратные связи в Земной системе. Чувствительность климата к внешнему воздействию, его представление через характеристики обратных связей.

Тема 4. Энергобалансовые климатические модели

Примеры энергобалансовых климатических моделей (ЭБМ). Модель Земли как абсолютно чёрного тела. Модель Будыко. Модель Норта. Модель Селлерса. Представление РВВ и обратных связей в ЭБМ. Современное развитие ЭБМ. Радиационно-конвективные модели. Схемы конвективного приспособления. Вертикальные профили переменных состояния атмосферы.

Тема 5. Модели промежуточной сложности и модели общей циркуляции

Общая структура моделей промежуточной сложности (МПС) и моделей общей циркуляции (МОЦ). Различие между этими классами моделей. Достоинства и недостатки каждого класса. Региональные климатические модели, их особенности. Модель ИВМ РАН как пример МОЦ и модель ИФА РАН-МГУ как пример МПС. Представление и проявление климатических обратных связей в МПС и МОЦ. Проекты сравнения моделей климата, их основные результаты. Анализ влияния космических процессов на изменения климата в таких моделях: годовой ход, 11-летний цикл, малый ледниковый период, средний голоцен, ледниковые циклы. Роль озона в возможном формировании отклика климата на изменение спектра излучения Солнца.

Тема 6. Сценарии будущих климатических изменений

Связь сценариев внешних воздействий на климат с антропогенными и естественными процессами. Методы построения сценариев. Поколения сценариев внешних воздействий на климат (SRES, RCP, SSP). Роль естественной изменчивости. Влияние инерционных компонент климата на формирование отклика. Неопределённость прогнозов изменения климата, её причины (естественная изменчивость, недостаточность знаний об управляющих законах, неопределённость сценариев будущего воздействия), их вклад на различных временных горизонтах. Ансамблевый прогноз климата, его преимущества. Основные результаты, связанные с откликом климата на антропогенное и естественное воздействия. Влияние учёта климатических факторов на такой отклик. Задача о наступлении следующего ледникового периода.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Институт вычислительной математики РАН - http://www.inm.ras.ru

Институт океанологии РАН - http://www.ocean.ru

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН - http://www.ifaran.ru

Кафедра физики атмосферы МГУ имени М.В. Ломоносова - https://www.phys.msu.ru/rus/about/structure/div/div-geophys/chair-physics-atmosphere/

Межправительственная группа экспертов по изменениям климата - http://www.ipcc.ch

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционные занятия составлены в соответствии с программой дисциплины и предназначены для объяснения основного материала курса. При подготовке к практическим занятиям студент должен самостоятельно повторить ранее пройденный материал. Во время занятий следует проводить конспектирование излагаемого материала. В случае затруднений следует задать вопрос.
практические занятия	Практические занятия составлены в соответствии с программой дисциплины и предназначены для закрепления теоретического материала, полученного на лекциях и практических занятиях, и приобретения студентами способности самостоятельно решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий. При подготовке к практическим занятиям студент должен самостоятельно повторить теоретический материал. По результатам работы необходимо предоставить отчет в виде электронного документа.
самостоя-тельная работа	Самостоятельную работу по теме следует начинать с составления плана занятия. Затем следует найти в конспектах лекций, учебных пособиях и другой рекомендованной литературе соответствующие разделы. Освоение материала должно сопровождаться его конспектированием. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю.
зачет	Подготовку к зачёту следует начинать с систематизации полученного материала. Необходимо построение соответствия вопросов билетов по курсу разделам лекционных занятий, учебных пособий и другой рекомендованной литературы. При сдаче экзамена следует по возможности подробно изложить ответы на вопросы билетов в письменной форме. При подготовке целесообразно конспектировать ответ на вопрос. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 05.04.04 "Гидрометеорология" и магистерской программе "Моделирование атмосферных процессов".

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.10 Климатические модели

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 05.04.04 - Гидрометеорология
Профиль подготовки: Моделирование атмосферных процессов
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Метеорология и климатология: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 51140 'География и картография' и специальностям 012500 'География' и 013700 'Картография' / С.П. Хромов, М.А. Петросянц; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. - Москва: Издательство Московского университета, 2013. - 581 с.

2. Кислов, А. В. Климатология : учебник / А. В. Кислов, Г. В. Суркова. - 3-е изд., доп. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 324 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/19028. - ISBN 978-5-16-015194-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1922319 (дата обращения: 12.11.2023). - Режим доступа: по подписке.

3. Переведенцев, Ю.П. Теория климата: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 'Гидрометеорология' и специальности 'Метеорология' / Ю.П. Переведенцев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Российский государственный гидрометеорологический университет, Казанский государственный университет. - 2-е изд., перераб. и доп. - Электронные данные (1 файл: 12,59 Мб). - (Казань: Казанский федеральный университет, 2014). - Загл. с экрана. - Для 8-го и 9-го семестров. - Вых. дан. ориг. печ. изд. Казань, 2009. - Текст: электронный. - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/781975.pdf (дата обращения: 12.11.2023). - Режим доступа: открытый.

Дополнительная литература:

1.Пиловец, Г. И. Метеорология и климатология : учебное пособие / Г. И. Пиловец. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2023. - 399 с.- (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-006463-5. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/2023162 (дата обращения: 12.11.2023). - Режим доступа: по подписке.

2. Переведенцев, Ю.П. Теория общей циркуляции атмосферы: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 'Гидрометеорология' / Ю.П. Переведенцев, И.И. Мохов, А.В. Елисеев [и др.]. - Электронные данные (1 файл: 10,28 Мб). - (Казань: Казанский федеральный университет, 2014). - Загл. с экрана. - Для 9-го семестра. - Вых. дан. ориг. печ. изд. Казань, 2013. - Текст: электронный. - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/802090.pdf (дата обращения: 12.11.2023). - Режим доступа: открытый.

3. Лобанов, В. А. Многомерный статистический анализ для исследования динамики климата : учебное пособие / В. А. Лобанов. - Санкт-Петербург : РГГМУ, 2022. - 284 с. - ISBN 978-5-86813-572-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/338156 (дата обращения: 12.11.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.10 Климатические модели

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 05.04.04 - Гидрометеорология

Профиль подготовки: Моделирование атмосферных процессов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.