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
Е.А. Турилова
17 февраля 2023 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Взаимодействие стратосферы и тропосферы

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: 2023

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): доцент, к.н. (доцент) Гурьянов В.В. (кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, отделение природопользования), Vladimir.Guryanov@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
ПК-5	Понимание принципов, определяющих разномасштабные процессы и явления в атмосфере, океане и водах суши, умение применять методы и технологии гидрометеорологического прогнозирования, основанных на эмпирических, статистических аналоговых и динамических подходах для анализа и прогнозирования их состояния

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- Знать актуальные проблемы физики, химии и динамики нижней и средней атмосферы и соответствующие этим проблемам базы метеорологических данных, включая данные о распределении озона, температуры и скорости ветра.

- Знать современные физико-математические модели циркуляции нижней и средней атмосферы, механизмы взаимодействия между слоями и достижения в области прогнозирования влияния стратосферы на тропосферу, включая сезонные прогнозы.

Должен уметь:

- Уметь использовать современные цифровые технологии к исследованию взаимодействия между стратосферой и тропосферой, включая данные о распределении озона, температуры и скорости ветра.
- Уметь использовать приобретенные знания для оценки эффекта воздействия стратосферы на тропосферу, включая долгосрочные и сезонные прогнозы.

Должен владеть:

- Владеть навыками применения современных компьютерных технологий к исследованию взаимодействия между стратосферой и тропосферой и ориентироваться в соответствующем программном обеспечении (в среде Visual Basic for Application, R, Python, GRADS и др.).
- Владеть практическими навыками физико-статистических расчетов, позволяющих оценить взаимодействие между слоями стратосферы и тропосферы с учетом их статистической значимости.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.04.04 "Гидрометеорология (Моделирование атмосферных процессов)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 27 часа(ов), в том числе лекции - 4 часа(ов), практические занятия - 22 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 45 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен 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. Состав и структура, основные физико-химические свойства тропосферы и стратосферы, влияние внешних факторов (солнечная и геомагнитная активность, антропоген). Энергетика стратосферы.	3	1	0	6	0	0	0	7
2.	Тема 2. Динамика тропосферы и стратосферы. Особенности циркуляции. Волновой механизм взаимодействия между слоями. Зимние стратосферные потепления.	3	1	0	6	0	0	0	15
3.	Тема 3. Озон в стратосфере и в тропосфере. Озоновые дыры, их происхождение. Роль фотохимических и циркуляционных факторов. Вертикальные движения. Модель стратосферы и тропосферы.	3	1	0	6	0	0	0	8
4.	Тема 4. Изменения климата тропосферы и стратосферы. Роль естественных и антропогенных факторов. Влияние стратосферы на тропосферную погоду и климат. Сценарии будущего.	3	1	0	4	0	0	0	15
	Итого		4	0	22	0	0	0	45

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Состав и структура, основные физико-химические свойства тропосферы и стратосферы, влияние внешних факторов (солнечная и геомагнитная активность, антропоген). Энергетика стратосферы.

Необходимость введения в программу магистерского учебного плана дисциплины "Взаимодействие стратосферы и тропосферы". Современное состояние научных исследований в области средней атмосферы. Международные программы по изучению средней атмосферы и климата планеты. Для атмосферных слоев характерны вариации температуры, которые образуются из-за различий в радиационном балансе и химическом составе атмосферы на разных высотах. С увеличением расстояния от поверхности Земли химический состав воздуха становится все более зависимым от высоты, и атмосфера обогащается легкими газами. На основании изменений температуры с высотой атмосферу можно подразделить на четыре сферических слоя, которые разделены сравнительно тонкими переходными зонами. Каждый слой является областью, в которой изменение температуры с высотой сохраняет знак. Эти концентрические слои называются сферами, а именно, тропосферой, стратосферой, мезосферой и термосферой. Соответствующие переходные зоны между слоями называются паузами.

Состав и структура, основные физико-химические свойства тропо-стратосферы. внешние факторы. Энергетика стратосферы. Атмосфера представляет собой газовую оболочку, окружающую Землю. Это сравнительно стабильная смесь нескольких газов, имеющих различные источники. Ее масса, составляющая приблизительно 5,15 х 1015 т, удерживается гравитационной силой притяжения нашей планеты. Средняя молярная масса воздуха равна 28,966 г/моль.

Соотношение газов, за исключением водяного пара и озона, почти постоянно до высоты 100 км над Землей, так как до этой высоты имеет место эффективное перемешивание. Эта часть атмосферы называется гомосферой. Более 99,9% общей массы атмосферы сосредоточено на высотах менее 50 км от поверхности Земли.

На уровне моря азот и кислород составляют 99% атмосферы, остальную часть составляют CO2, инертные газы и незначительное количество разных других газовых примесей. Обычно в качестве единицы измерения концентрации газов-трассеров используется количество их миллионных долей (млн-1). Объемная доля равняется молярной доле. Таким образом, для CO2 молярная доля в 3,55 х 10-4 равняется 355 млн-1. Существует все больше свидетельств того, что процентное соотношение газовых примесей изменяется вследствие влияния как естественных, так и антропогенных факторов. Углекислый газ, закись азота и метан (CH4) выделяются при сгорании ископаемого топлива, выпускаются живой и неживой биомассой и высвобождаются в процессе метаболизма микроорганизмов, обитающих в почве, на увлажненных территориях и в океанах. Концентрация газовых примесей существенно влияет на температуру и химию атмосферы.

Стратосфера является вторым главным слоем атмосферы. Этот слой простирается на 50 км выше тропопаузы. Температура воздуха в стратосфере постепенно увеличивается до 273 К в стратопаузе (~ 50 км), где происходит смена знака температурного градиента. Поскольку температура в стратосфере с высотой растет, там нет оснований для появления конвекции. Стратосфера оказывает стабилизирующее влияние на атмосферные условия в регионе, а также ограничивает тропосферную турбулентность. Содержание водяного пара в стратосфере очень невелико, а озон играет основную роль в регулировании ее температурного режима. Температура увеличивается с ростом концентрации озона. Когда озон поглощает УФ радиацию, солнечная энергия преобразуется в кинетическую, что и ведет к разогреву стратосферы.

В смеси атмосферных газов некоторые из них имеют очень стабильную концентрацию, а концентрация других изменяется во времени и пространстве. В дополнение к газам в атмосфере имеются взвешенные частицы (аэрозоли, дым, пепел и т.п.) и гидрометеорные частицы (капли облаков, дождя, снег, льдинки и т.п.).

Тема 2. Динамика тропосферы и стратосферы. Особенности циркуляции. Волновой механизм взаимодействия между слоями. Зимние стратосферные потепления.

Динамика тропосферы и стратосферы. Особенности стратосферной циркуляции. Волновой механизм взаимодействия между слоями. Зимние стратосферные колебания. Крупномасштабные особенности распределения зональных ветров от поверхности до 90 км.

Средняя зональная циркуляция в зимнем полушарии на широтах между экватором и 40 град. широты примерно одинакова, но западные ветры усиливаются до 40 м/с на уровне 200 гПа. В Южном полушарии (ЮП) максимум ветра находится на 2-3 град. ближе к экватору, и он на ~ 5 м/с. слабее, чем максимум в Северном полушарии (СП). К полюсу от 40 град. широты зимние зональные ветры заметно разнятся, и более сильный ветер характерен для ЮП. Максимум западного ветра в верхней тропосфере, который заметен и в стратосфере, располагается между 50 и 60 град. ю. ш. Это согласуется с увеличивающимися с высотой меридиональными контрастами температуры, которые существуют в области от 45 град. ю. ш. к полюсу.

Наличие струй сильного западного ветра в средних широтах на высоте 10 км является важной особенностью циркуляции. Самые сильные зональные ветры дуют в мезосфере на высоте 60 км. Здесь также имеются две струи в средних широтах: наиболее сильная струя западного ветра находится в зимнем полушарии, другая струя восточного ветра - в летнем. В равноденствие, следуя изменению знака температурного градиента, эти две струи меняют направление на противоположное. Некоторые важные детали поля зонального ветра не могут быть видны на рис. 1.12. Например, внезапное стратосферное потепление сопровождается большими изменениями в долготно усредненном зональном ветре в зимней стратосфере высоких широт. Потепления, происходящие в середине зимы, сопровождаются существенным ослаблением западных ветров на уровне стратосферы, иногда вплоть до полного их исчезновения. Однако такие изменения в стратосфере незначительно влияют на структуру ветров в тропосфере. Средние зональные ветры в экваториальной стратосфере. Направление и скорость средних зональных ветров в тропиках определяется процессом в нижней экваториальной стратосфере, который известен как квазидвухлетняя осцилляция (КДО). В экваториальном зональном ветре КДО проявляется в том, что выше 30 км восточный ветер сменяется западным, при этом восточная и западная фазы постепенно опускаются так, что над одной какой-либо выбранной точкой восточный ветер располагается над западным, а этот западный, в свою очередь, над восточным. КДО больше всего проявляется внутри широтного пояса с границами, отстоящими в обоих полушариях на 10-15 град. от экватора, но эффекты КДО заметны также в субтропиках на широте 30 град. и даже в высоких широтах.

Одной из примечательных особенностей низкоширотной верхней стратосферы является полугодовая осцилляция (ПГО) зонального ветра. Было показано, что ПГО не генерируется годовым ходом изменением склонения Солнца в низких широтах. Известно также, что изменения вклада вихревого импульса в зональные ветры верхней стратосферы и нижней мезосферы ответственны за ту фазу ПГО, когда экваториальное течение направлено на запад, что происходит сразу после равноденствий.

Вертикальный профиль амплитуд КДО и ПГО в температуре, полученный по данным реанализа ERA-40 для тропосферы и стратосферы экваториальной области, показан на рис. 1.13. В целом, в температурном профиле амплитуды КДО и ПГО выражены слабо, но в тропосфере они имеют одинаковую фазу. Амплитуда КДО резко увеличивается в нижней стратосфере, достигая пика на высоте 25 км. Выше этого уровня амплитуда КДО уменьшается с высотой. Амплитуда ПГО растет постоянно, начиная от уровня нижней стратосферы, и достигает максимума на высоте 40 км. На этой высоте амплитуда ПГО по температуре оказывается больше, чем пик амплитуды КДО на высоте 25 км. На больших высотах температурная ПГО уменьшается.

Тема 3. Озон в стратосфере и в тропосфере. Озоновые дыры, их происхождение. Роль фотохимических и циркуляционных факторов. Вертикальные движения. Модель стратосферы и тропосферы.

Озон в тропосфере и стратосфере. Озоновые дыры. Роль фотохимических и циркуляционных процессов. Вертикальные движения. Модели тропосферы и стратосферы. Кроме термической и динамической, существует еще одна категория определений тропопаузы, базирующаяся на содержании озона (Bethan et al., 1998) ? так называемая озоновая тропопауза. Для большинства сезонов ход коэффициента перемешивания озона, как и ПЗ, показывает резкий положительный градиент на определенной высоте в районе тропопаузы. Этот факт может быть использован для определения озоновой тропопаузы единственно по зондированию озона. Вдобавок, коэффициент перемешивания озона, как и ПЗ, фактически почти не меняет своего значения на синоптических временных масштабах. Исходя из этого, можно ожидать, что озоновая тропопауза будет вести себя так же, как и динамическая.

Стратосферный озон. Стратосферный озон является наиболее важной малой газовой составляющей, присутствующей в атмосфере Земли. Более или менее постоянное увеличение температуры с высотой в стратосфере происходит главным образом благодаря поглощению солнечной УФ радиации слоем молекул озона, пик концентрации которого находится на высоте приблизительно 25 км. Хотя озон ? это малая газовая составляющая, он очень эффективно погло?щает излучение на длине волны между 200 и 300 нм. Это свойство озона защищает жизнь на Земле, поскольку губительная радиация не достигает земной поверхности.

Слово "озон" происходит от греческого "ozein", означающего "чувствовать запах". Озон имеет резкий запах, который позволяет обнаружить его присутствие даже при очень малой концентрации. Озон быстро реагирует со многими химическими веществами, и его концентрация меняется скачкообразно.

Тема 4. Изменения климата тропосферы и стратосферы. Роль естественных и антропогенных факторов. Влияние стратосферы на тропосферную погоду и климат. Сценарии будущего.

Современные изменения климата приземной атмосферы. Климат свободной атмосферы. Похолодание стратосферы. Оценка роли естественных факторов (циркуляция, солнечная и вулканическая активность) и антропогена (парниковый эффект). Прогностические схемы.

В течение нескольких десятилетий вертикальное распределение температуры и структура ветров в нижней и средней атмосфере были предметом активных исследований разнообразными методами. Большое количество измерений было выполнено с помощью баллонов, самолетов, радиозондов, ракет и спутников в широком временном и пространственном диапазоне. На основе глобальной системы измерений и результатов моделирования в рамках проекта ИСПРК (Исследование стратосферных процессов и их роли в климате) была подготовлена справочная климатология средней атмосферы (SPARC 2002). В данном разделе мы обсудим климатологию температуры и ветров в тропосфере и стратосфере.

Временная и пространственная изменчивость профиля средней температуры указывает на существование значительной широтной и сезонной изменчивости. В тропосфере температура уменьшается с широтой. Широтный градиент приблизительно в два раза больше в зимнем полушарии, чем в летнем. В тропиках тропопауза намного выше и холоднее, чем в полярных областях.

В нижней стратосфере широтное распределение температуры довольно сложное. Так, летнее полушарие имеет холодный экватор и теплый полюс. Зимнее полушарие - холодное, как на экваторе, так и на полюсе, при этом более теплая область находится в средних широтах. Холодный купол стратосферного воздуха над зимним полюсом весьма изменчив. В период середины зимы он иногда может исчезать на несколько недель. Наблюдения показывают, что во время этого так называемого внезапного стратосферного потепления над некоторыми станциями отмечается повышение температуры стратосферы до 70 ?С за неделю (Labitzke, van Loon, 1999).

В стратопаузе существует монотонный температурный градиент между теплым летним и холодным зимним полюсами. В мезопаузе ситуация прямо противоположная: летний полюс холодный, а зимний - теплый. В каждой области атмосферы наблюдается значительная внутрисуточная изменчивость температуры. Самая большая изменчивость характерна для верхней термосферы. В этой области разница между дневной и ночной температурами достигает нескольких сотен градусов.

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)

Библиотека РГГМУ - - http://lib.rshu.ru/

Гидрометцентр России - - www.meteoinfo.ru

Официальный сайт Всемирной метеорологической организации - - http://www.wmo.int/pages/index_ru.html

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий по курсу "Взаимодействие стратосферы и тропосферы" обучаемый должен вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения курса особое значение имеют рисунки, схемы и поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные преподавателем на доске, или указанные в наглядном пособии. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Приступая к подготовке по теме, необходимо соотнести формулировку темы с определяемой целью, подобрать нужную литературу из списка основных и дополнительных источников, необходимую для занятий. Нужно внимательно прочитать Содержание темы, которое включает основные теоретические понятия, осознание и понимание которых необходимо в ходе занятия уяснить, все ли слова понятны, какие требуют дополнительных разъяснений и комментариев. Если такие имеются, нужно обратиться за разъяснением к преподавателю в начале занятия.
практические занятия	Прохождение всего цикла практических занятий является обязательным для получения допуска студента к зачету. В случае пропуска занятий пропущенное занятие подлежит отработке. В ходе практических занятий студент под руководством преподавателя выполняет комплекс практических заданий, позволяющих закрепить лекционный материал по изучаемой теме, научиться выполнять наблюдения, их камеральную обработку, статистическую обработку полученных данных, научиться работать с методиками, руководящими документами, информацией различного уровня. В ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю, при этом, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. Заканчивать подготовку следует составлением плана по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. Теоретическая часть работы выполняется по установленным темам с использованием практических материалов. К каждой теме рекомендуется примерный перечень узловых вопросов, список необходимой литературы. Излагая вопросы темы, следует строго придерживаться плана. При выполнении практической работы необходимо подготовить и обработать исходный материал; следуя рекомендациям по выполнению работы провести необходимые процедуры и расчеты; проанализировать полученные результаты и составить окончательный отчет.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Вид работ	Методические рекомендации
самостоя-тельная работа	К организации самостоятельной работы, на которую отводится значительное количество часов, особенно по сравнению с аудиторной, нужно подходить с особой ответственностью. Внеаудиторная СРС проводится без непосредственного контроля со стороны преподавателя и, следовательно, требует тщательной подготовки. Организация СРС по дисциплине отражается в учебной программе; конкретные виды работы обозначены в тематическом планировании. Выполнение самостоятельной работы поможет студентам в усвоении программного материала и в успешном проведении контрольных мероприятий. Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику и тем самым проникнуть в творческую лабораторию автора. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе. Изучение дисциплины " Взаимодействие стратосферы и тропосферы " предусматривает проведение систематической самостоятельной работы (СРС) студентами, связанной с проработкой конспектов лекций; изучением основных и дополнительных вопросов из перечня рекомендованной основной и дополнительной литературы; завершением выполнения практических заданий начатых в аудитории и анализом полученных результатов; составлением и оформлением отчетов; подготовкой к контрольным работам, зачету или экзамену; проработкой учебных вопросов для самоконтроля. Основной целью организации СРС является систематизация и закрепление знаний, полученных ими на лекциях, развитие навыков самостоятельного поиска нужных литературных источников. При подготовке к СРС в первую очередь, необходимо обратиться к курсу лекций по данному вопросу и основным учебным пособиям, чтобы найти пути для последующей работы, обновить имеющиеся у студента знания. В ходе СРС студенты закрепляют теоретические основы дисциплины, приобретают навыки поиска дополнительной научной информации, овладевают навыками анализа. Самостоятельная работа с учебными пособиями, научной и методической литературой является наиболее эффективным методом получения основных и дополнительных знаний по дисциплине, активизирует процесс овладения научной информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. СРС предполагает также обращение студентов к словарям, справочникам, энциклопедиям и Интернет ресурсам, что также способствует пониманию и закреплению пройденного материала.
экзамен	Экзамен служит формой проверки успешного выполнения студентами лабораторных и курсовых работ, усвоения учебного материала практических занятий, а также формой проверки прохождения производственной и учебной практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой. В отдельных случаях экзамены могут устанавливаться как по дисциплинам в целом, так и по отдельным их частям. При подготовке к зачету и экзамену по учебной дисциплине следует руководствоваться рабочей программой, что позволит четко представить круг вопросов, подлежащих изучению. Необходимым условием успешного изучения данной дисциплины является свободное владение студентами основными понятиями, а главное, умение комплексно использовать их для анализа конкретной практической ситуации. Приобретение глубоких знаний предполагает эффективное использование различных видов учебной работы: лекционных и практических занятий, консультаций, самоподготовки. Зачеты проводятся по билетам или без билетов. Порядок проведения зачета определяется кафедрой. Примерный перечень вопросов приводится в рабочей программе. Более тщательной подготовкой к экзамену или зачету по соответствующей части учебной дисциплины следует признать проработку всех пунктов содержания рабочей программы. При подготовке к экзамену: - лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам (или вопросам, обсуждаемым на семинарах), эта работа может занять много времени, но все остальное - это уже технические детали. Сама подготовка связана не только с 'запоминанием'. Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей. Главный смысл подготовки - это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету. Сначала студент должен продемонстрировать, что он 'усвоил' все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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.

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".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.03.01 Взаимодействие стратосферы и тропосферы

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: 2023

Основная литература:

1.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: 13.11.2022). - Режим доступа: по подписке.

2.Пиловец, Г. И. Метеорология и климатология: учебное пособие / Г.И. Пиловец. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2022. - 399 с.- (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006463-5. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1860852 (дата обращения: 13.11.2022). - Режим доступа: по подписке.

3.Мешалкин, В. П. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем : учебное пособие / В. П. Мешалкин, О. Б. Бутусов, А. Г. Гнаук. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 357 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-009747-3. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1111403 (дата обращения: 13.11.2022). - Режим доступа: по подписке.

4. Ясовеев, М. Г. Методика геоэкологических исследований : учебное пособие / М.Г. Ясовеев, Н.Л. Стреха, Н.С. Шевцова. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 292 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009534-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1407938 (дата обращения: 13.11.2022). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Калинин Н.А. Динамическая метеорология: учебное пособие / Н.А. Калинин - Пермь: Издательство Пермского университета, 2009. - 260 с. (Фонд кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы 25 экз.).

2. Христофорова, Н. К. Основы экологии : учебник / Н. К. Христофорова. - 3-е изд., доп. - Москва : Магистр : ИНФРА-М, 2022. - 640 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-9776-0272-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1844290 (дата обращения: 13.11.2022). - Режим доступа: по подписке.

3. Чикуров, Н. Г. Моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2022. - 398 с. - (Высшее обра-зование: Бакалавриат). - DOI: https://doi.org/10.12737/5753. - ISBN 978-5-369-01167-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1225064 (дата обращения: 13.11.2022). - Режим доступа: по подписке.

4. Ярушкина, Н. Г. Интеллектуальный анализ временных рядов: учебное пособие / Н.Г. Ярушкина, Т.В. Афанасьева, И.Г. Перфильева. - Москва : ИД 'ФОРУМ' : ИНФРА-М, 2022. - 160 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0496-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1842559 (дата обращения: 13.11.2022). - Режим доступа: по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.03.01 Взаимодействие стратосферы и тропосферы

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: 2023

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 "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.