

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Радиофизические методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса Б1.В.ДВ.02.02

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Автор(ы): Хуторова О.Г.

Рецензент(ы): Насыров И.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Акчурин А. Д.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
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
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Хуторова О.Г. (Кафедра радиоастрономии, Отделение радиофизики и информационных систем), Olga.Khutorova@kpfu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3	Способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач
ПК-1	Способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики
ПК-2	Способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики (в соответствии с профилем подготовки) и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта
ПК-5	Способность описывать новые методики инженерно-технологической деятельности
ПК-6	Способность составлять обзоры перспективных направлений научно-инновационных исследований, готовность к написанию и оформлению патентов в соответствии с правилами

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

физику процессов в атмосфере, ионосфере и космосе;

Должен уметь:

анализировать экспериментальные результаты и грамотно их представлять.

Должен владеть:

методами дистанционного зондирования атмосферы и ионосферы.

Должен демонстрировать способность и готовность:

к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, к использованию и применению базовых навыков принятия решений в области техники и технологии; к изучению и моделированию процессов и явлений в области геодезии, геодинамики и дистанционного зондирования, математической интерпретации связей в моделях и процессах, определению границ применяемых моделей и допущений; применять системы телекоммуникации и глобального спутникового позиционирования в геоинформационных системах, аэрокосмических и геодезических работах, мониторинге; к проведению научно-технической экспертизы технических проектов, изобретений, научных работ, а также новых методов топографо-геодезических работ и работ, связанных с дистанционным зондированием территорий.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.03 "Радиофизика (Радиофизические методы по областям применения)" и относится к дисциплинам по выбору.

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 - 56 часа(ов), в том числе лекции - 28 часа(ов), практические занятия - 28 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 52 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	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Цели и назначение курса.	3	2	0	0	2
2.	Тема 2. Строение и состав атмосферы	3	4	0	0	8
3.	Тема 3. Физика Солнца и атмосферная радиация.	3	2	0	0	8
4.	Тема 4. Динамика атмосферы	3	6	0	0	8
5.	Тема 5. Ионосфера	3	6	12	0	16
6.	Тема 6. Методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса	3	8	16	0	10
	Итого		28	28	0	52

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Цели и назначение курса.

Введение. Цели и назначение курса. Происхождение Земли: геохронологическая шкала и геологическая история Земли. Земля и космос: формирование Солнечной системы.

Понятие о современных методах исследования атмосферы с учетом физики протекающих процессов, взаимодействии атмосферы и ионосферы с космосом.

Тема 2. Строение и состав атмосферы

Состав атмосферы, основные газы. Малые газовые составляющие атмосферы, их роль в фотохимии атмосферы и формировании климата Земли. Аэрозоль, его роль в атмосферных процессах, методы исследования. Стратификация атмосферы. Строение и физика нижней атмосферы (тропосферы) Земли. Строение и физика средней атмосферы (стратосфера, мезосфера) Строение и физика верхней атмосферы (ионосфера, магнитосфера). Особенности пограничного и приземного слоя атмосферы.

Тема 3. Физика Солнца и атмосферная радиация.

Физика Солнца. Основные световые характеристики Солнца. Спектры излучения Земли и Солнца. Солнечная активность. Радиационный баланс атмосферы. Атмосферная радиация. Ослабление электромагнитных волн в атмосфере. Оптическая толщина атмосферы. Рассеяние электромагнитных волн в атмосфере. Тепловой спектр Земли. Альbedo Земли. Тепловой баланс атмосферы.

Тема 4. Динамика атмосферы

Уравнения гидротермодинамики атмосферы. Общая циркуляция атмосферы, методы исследования Турбулентность в нижней и средней атмосфере Акустико-гравитационные волны в нижней и средней атмосфере. Мезомасштабные атмосферные процессы. Волны Россби в нижней и средней атмосфере. Волны Кельвина. Квазидвухлетняя цикличность.

Тема 5. Ионосфера

Строение и физика верхней атмосферы (ионосфера, магнитосфера). Состав ионосферы, история исследования, строение, механизмы образования, влияние на распространение радиоволн. Понятие солнечной активности. Влияние солнечной активности на ионосферу. Сезонные и суточные процессы в ионосфере. Динамика ионосферы.

Тема 6. Методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса

Вертикальное и наклонное радиозондирование ионосферы.

Лидарные исследования.

Радиометрические исследования.

Акустическое зондирование пограничного слоя.

Радиозондовые измерения.

Спутниковые исследования атмосферы.

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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

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

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаленного электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Электронный курс "Физика атмосферы" - <http://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=838>

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 3			
	Текущий контроль		
1	Научный доклад	ОПК-3, ПК-2, ПК-1	6. Методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса
2	Устный опрос	ОПК-3, ПК-5, ПК-6	2. Строение и состав атмосферы
3	Лабораторные работы	ОПК-3, ПК-5, ПК-6	5. Ионосфера
	Зачет		

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 3					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Текущий контроль					
Научный доклад	Тема полностью раскрыта. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Тема частично раскрыта. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Тема не раскрыта. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	1
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	3
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 3

Текущий контроль

1. Научный доклад

Тема 6

Темы докладов магистрантов

1. Излучение, как источник информации об объектах при дистанционном зондировании
распространение электромагнитных волн, коэффициент рефракции, преломление, отражение, рассеяние, ослабление эл.маг волн, собственное излучение молекул атмосферных газов

2. Вертикальное и наклонное радиозондирование ионосферы.

Физические принципы работы приборов, критическая частота

Виды аппаратуры

Анализ и применение в т.ч. в научных исследованиях

3. Лидарные исследования

Физические принципы работы лидаров

Виды аппаратуры

Анализ и применение

4. Радиометрические исследования

Физические принципы работы радиометров, профиломеров

оценка влагосодержания и температурного профиля

Виды аппаратуры, сети пунктов

Анализ и применение в т.ч. в научных исследованиях

5. Акустическое зондирование пограничного слоя

Физические принципы работы содаров

Виды аппаратуры

Анализ и применение

6. Аэрологические измерения

Физические принципы работы радиозондов

Виды аппаратуры

Анализ и применение в т.ч. в научных исследованиях

7. Радиозондирование стратосферы, мезосферы, термосферы

Физические принципы работы MST радаров

Сеть пунктов

Анализ и применение

8. Радиотелескопы

Физические принципы работы

Виды аппаратуры, сеть пунктов

Анализ и применение в научных исследованиях

9. Спутниковые исследования атмосферы низкоорбитальными спутниками

Виды спутников

Виды аппаратуры

Физические принципы работы приборов

Анализ и применение в т.ч. в научных исследованиях

10. Мониторинг атмосферы спутниками ГНСС

Различные виды спутников

Физические принципы работы (радиосигналы, радиоизмерения)

Анализ и применение в т.ч. в научных исследованиях

11. Дистанционное зондирование Земли (поверхности) космическими средствами

Физические принципы работы приборов

Виды космических аппаратов

Применение (экология, лесное и сельское хозяйство, др.)

12. Дистанционное зондирование недр Земли

Физические принципы работы приборов

Методы анализа

13. Дистанционное зондирование Земли (поверхности) авиационными средствами

Физические принципы работы приборов фотосъемки, ИК-съемки

Применение (картография, лесное и сельское хозяйство, ЖКХ др.)

14. Обработка данных космических снимков

получение, передача и обработка данных, цифровые данные

визуальные методы, численные методы

15. Свечение ночного неба как метод исследования атмосферы

Физические принципы работы камер, фотометров

Сеть пунктов

Анализ и применение

16. ЛЧМ - ионозонды

Физические принципы работы

Обработка ЛЧМ-сигнала

Применение в научных исследованиях

17. Ионозонды

Физические принципы работы ионозондов

виды аппаратуры и сети пунктов

Анализ и применение

18. Общее содержание озона измерение

Физические принципы работы спектрометров и спектрофотометров

Сеть пунктов

Анализ и применение

19. Метеорные радары

Физические принципы работы MST радаров

Сеть пунктов

Анализ и применение

20. ГИС

Определение

Применение (картография, сельское хозяйство, др.)

Обзор ПО

2. Устный опрос

Тема 2

1. Из каких слоев состоит атмосфера.
2. Как образуется магнитное поле Земли.
3. Какие газы входят в состав атмосферы.
4. Назовите источники аэрозолей в атмосфере
5. Какую роль играют аэрозоли в атмосферных процессах.
6. Роль водяной пара в атмосфере.
7. Назовите основные световые характеристики Солнца.
8. Что влияет на оптическую толщину атмосферы.
9. Опишите процесс рассеяния электромагнитных волн в атмосфере.
10. Как взаимодействует Мировой океан с атмосферой.
11. Опишите процесс круговорота воды.
12. Какие процессы происходят в тропосфере Земли.
13. Особенности пограничного и приземного слоя атмосферы.
14. Какие процессы происходят в средних слоях атмосферы.
15. Опишите процесс турбулентности в атмосфере.
16. Назовите естественные причины изменения климата.
17. Назовите состав ионосферы.
18. Назовите механизмы образования ионосферы.
19. В чем суть вертикального радиозондирования ионосферы.
20. В чем суть наклонного радиозондирования ионосферы.

3. Лабораторные работы

Тема 5

Задание ♦ 1

Понять принцип работы спутниковых навигационных систем.

Взять данные измерений и пример программы в облачном хранилище
<http://192.168.62.167/owncloud/index.php/apps/files/?dir=/Data/Lab&fileid=16611>

Изучить графики спутниковых измерений для готового примера данных.

номера столбцов для первого канала измерений псевдодальности по кодовому измерению на частотах f_1 и f_1 (P1 - 12, P2 - 22), фазовых измерений на частотах f_1 и f_1 (L1 - 14, L2 - 24), доплеровских измерений на частотах f_1 и f_1 (D1 - 16, D2 - 26), соотношения сигнал/шум на частоте f_1 и f_2 (S2 - 17, S1 - 27).

Объяснить физический смысл радиозондирования приемника ГЛОНАСС ? GPS: псевдодальностей по кодовому измерению на частотах f_1 и f_1 (P1, P2), фазовых измерений на частотах f_1 и f_1 (L1, L2) и доплеровских измерений на частотах f_1 и f_1 (D1, D2).

Можно ли эти измерения считать случайными функциями, почему?

Объяснить временные зависимости всех измеряемых величин.

Задание ♦ 2

Известно, что возмущения в ионосфере зависят от космической погоды (солнечных вспышек, солнечного ветра), геомагнитной активности. Поэтому надо найти данные о магнитных бурях, солнечных вспышках, солнечных протонных событиях для подбора реализаций спутниковых измерений.

Сайт данных о космической погоде

данные о магнитных бурях - индекс геомагнитной активности

Планетарный K-индекс

World Data Center for Geomagnetism, Kyoto

Наблюдения Солнца - спутники GOES и др

данные о солнечных вспышках, протонных событиях

Провести выборку данных ПЭС со спутника, взятых в спокойных и возмущенных условиях (подобрать один спутник в одно время суток, но в разные дни).

Адрес облачного хранилища <http://192.168.62.167/rakpfu>

Задание ♦ 3

Объяснить влияние ионосферы на распространение радиоволны.

Практическое задание:

Использовать файл с данными, полученный в предыдущем задании

Произвести расчет:

Рассчитать ионосферную задержку.

Рассчитать полное электронное содержание.

Оценить соотношение сигнал/шум, его среднее значение и дисперсию, временную зависимость. Сравнить с ионосферной задержкой радиосигнала. Объяснить результаты.

Аппроксимировать временные ряды линейной или полиномиальной зависимостью. Оценить какая функция аппроксимирует тренд ПЭС и соотношение сигнал/шум лучше. Объяснить результаты.

Вычесть полученные тренды из временных рядов. Оценить среднее значение и дисперсию, временную зависимость полученных выборок. Объяснить результаты.

Можно ли флуктуации ПЭС полученные в п.V считать случайным процессом?

Проверить, являются ли флуктуации ПЭС стационарным процессом, функцией сосстационарными приращениями

Оценить статистические параметры флуктуаций ПЭС: среднее значение и дисперсию, плотность распределения, корреляционную функцию, структурную функцию, спектр.

Сравнить статистические параметры флуктуаций ПЭС, полученные в спокойных и возмущенных условиях.

Зачет

Вопросы к зачету:

Строение атмосферы. Ближний и дальний космос их воздействие на атмосферу Земли.

Магнитное поле Земли. Радиационные пояса.

Состав атмосферы, основные газы.

Малые газовые составляющие атмосферы, их источники и роль в атмосферных процессах.

Аэрозоль, его источники и роль в атмосферных процессах.

Водяной пар в атмосфере. Законы статики. Адиабатические процессы

Основные световые характеристики Солнца. Спектральное распределение солнечной энергии.

Ослабление электромагнитных волн в атмосфере. Оптическая толщина атмосферы.

Рассеяние электромагнитных волн в атмосфере.

Тепловой спектр Земли. Альбедо Земли.

Тепловой баланс атмосферы.

Мировой океан и его взаимодействие с атмосферой

Круговорот воды. Испарение, облака, осадки.

Общая циркуляция, основные силы, действующие в атмосфере

Уравнения гидротермодинамики атмосферы.

Масштабы атмосферных процессов.

Динамика нижней атмосферы (тропосферы) Земли.

Особенности пограничного и приземного слоя атмосферы

Динамика средней атмосферы (стратосфера, мезосфера)

Турбулентность в атмосфере

Акустико-гравитационные волны в атмосфере.

Планетарные волны в атмосфере.

Изменение климата, естественные причины

Изменение климата, антропогенное воздействие

Ионосфера: состав, строение, механизмы образования, влияние на распространение радиоволн

Излучение, как источник информации об объектах при дистанционном зондировании

Вертикальное и наклонное радиозондирование ионосферы.
 Лидарные исследования
 Радиометрические исследования
 Акустическое зондирование пограничного слоя
 Радиозондовые измерения
 Спутниковые исследования атмосферы
 Радиотелескопы
 Дистанционное зондирование Земли авиационными средствами
 Дистанционное зондирование Земли (поверхности) космическими средствами
 Радиозондирование стратосферы, мезосферы, термосферы (MST радары)
 Мониторинг атмосферы спутниками ГНСС
 Свечение ночного неба как метод исследования атмосферы
 Общее содержание озона измерение
 Метеорные радары

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 3			
Текущий контроль			
Научный доклад	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты оцениваются также ораторские способности.	1	40
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	5
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	3	5
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Низамеев А. Р., Тептин Г. М, Хуторова О. Г, Спутниковая радиотомография тропосферы: учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс]. - Казань: КФУ, 2015. - 26 с. -
URL: http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22176/06_45_001013.pdf
2. Теория общей циркуляции атмосферы [Текст: электронный ресурс]: 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.- Оригинал копии: 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.]. - Казань: Казанский университет, 2013. - 223 с. : ил. - URL: <http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/802090.pdf>
3. Владимиров В. и др. Дистанционное зондирование Земли: 1 - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014 - 196с. - URL: <http://znaniium.com/go.php?id=506009>

7.2. Дополнительная литература:

1. Привалов, В.Е. Лазеры и экологический мониторинг атмосферы [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Е. Привалов, А.Э. Фотиади, В.Г. Шеманин. ? Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5851> . - Загл. с экрана.
2. Хуторова О.Г. Радиофизические методы исследования атмосферы и ионосферы. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] - Казань: Казанский федеральный ун-т, 2011.- 25 с. - URL: http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1414978674/Laboratorye.pdf?p_random=127107

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

The International GNSS Service - <http://igsceb.jpl.nasa.gov/>
Институт космических исследований - <http://www.iki.rssi.ru/>
сайт кафедры радиоастрономии - <http://old.ksu.ru/f6/k12/index.php>
сайт НАСА - <http://nasa.gov/>
сайт проф. Хуторовой О.Г. - <http://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=838>
сайт Росгидромета о погоде и климате - <http://www.global-climate-change.ru>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Тип занятия: ознакомление с новым материалом. Форма занятия: лекция в аудитории. Перед лекцией рекомендуется предварительно ознакомиться с программой курса, рекомендованными источниками, конспектирование рекомендованных источников с целью выделения основной цели лекции. На лекции рекомендуется краткий конспект основных моментов, активная работа и обсуждение спорных вопросов с преподавателем.
практические занятия	Практическая работа заключается в развитии навыков исследования данных зондирования ионосферы. Студенту даются данные зондирования и ПО для их обработки. В ходе проверки преподаватель может попросить улучшить качество программы, несколько изменить условия задачи с целью проверки самостоятельных умений решения задач; развития навыков анализа полученных результатов, коммуникативных способностей, продолжить систематизацию знаний.
самостоятельная работа	Основными видами самостоятельной работы являются: 1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям. Такая подготовка предполагает изучение учебной программы, установление связи с ранее полученными знаниями, выделение наиболее значимых и актуальных проблем, на изучении которых следует обратить особое внимание и др. ; 2) самостоятельная работа при осмыслении учебной информации, сообщаемой преподавателем, ее обобщение и краткая запись, а также своевременная доработка конспектов лекций; 3) подбор, изучение, анализ и при необходимости - конспектирование рекомендованных источников по учебным дисциплинам; 4) выяснение наиболее сложных, непонятных вопросов и их уточнение во время консультаций; 5) подготовка к контрольным занятиям, зачетам; 6) выполнение специальных учебных заданий, предусмотренных учебной программой;

Вид работ	Методические рекомендации
научный доклад	<p>Научный доклад готовится студентом по заданной теме. В рамках задания студент изучает источники и формулирует актуальные на данный момент темы, которые нужно обсудить для того, чтобы приобрести уверенность в вопросах радиофизических методов исследования атмосферы, ионосферы и космоса.</p> <p>В ходе подготовки к докладу следует изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Доработать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить презентацию и тезисы по всем вопросам, выносимым на семинар.</p>
устный опрос	Устный опрос - метод контроля, позволяющий не только опрашивать и контролировать знания учащихся, но и сразу же поправлять, повторять и закреплять знания, умения и навыки. Для подготовки к устному опросу студентам нужно повторить темы, изученные на предыдущих занятиях с помощью конспектов и дополнительной литературы.
лабораторные работы	Для проверки пройденных тем студентам предлагается выполнить ряд лабораторных работ практического содержания. Необходимо изучить методические указания к лабораторным работам. При выполнении работ студент может пользоваться своими записями по курсу и дополнительной литературой. Отчет по работе сдается в электронном виде.
зачет	<p>Во время подготовки студенты также систематизируют знания, которые они приобрели при изучении разделов курса. При подготовке следует изучить предлагаемую литературу, конспекты лекций, ознакомиться с вопросами. Важно помнить, что рекомендуемые учебники и специальная литература при изучении курса, имеются в рекомендованном списке литературы в рабочей программе по данному курсу.</p> <p>Студенту предлагается ответить на 2 вопроса по выбранному билету, на подготовку к которым отводится 40 минут. На каждый вопрос студент отвечает 5-15 минут, еще 5 минут отводится на дополнительный вопрос, который может быть задан преподавателем из любого раздела курса по списку вопросов к зачету, выданных Студентам.</p>

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

Освоение дисциплины "Радиофизические методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Adobe Reader XI

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.

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

Освоение дисциплины "Радиофизические методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

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, выступлений 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 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе Радиофизические методы по областям применения .