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

Современные методы радиоастрономии Б1.В.ОД.12

Специальность: 03.05.01 - Астрономия
Специализация: не предусмотрено
Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Бикмаев И.Ф. , Мингалиев М.Г.

Рецензент(ы):
Жучков Р.Я.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Бикмаев И. Ф.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 6183619

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Бикмаев И.Ф. Кафедра астрономии и космической геодезии Отделение астрофизики и космической геодезии , Ilfan.Bikmaev@kpfu.ru ; Мингалиев М.Г. , MGMingaliev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Освоение основных характеристик радиотелескопов и основных методов наблюдений с использованием современных приемников излучения. Понимание основных астрофизических задач, для которых применяются методы радиоастрономии.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.12 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.05.01 Астрономия и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 5 курсе, 9 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел 'Б1.В.ОД.12 Дисциплины (модули)' основной профессиональной образовательной программы 03.05.01 'Астрономия (не предусмотрено)' и относится к обязательным дисциплинам.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способность ориентироваться в базовых астрономических и физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях
ПК-1 (профессиональные компетенции)	владение методами астрономического, физического и математического исследования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин
ПК-4 (профессиональные компетенции)	владение наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений

В результате освоения дисциплины студент:

3. должен владеть:

- знаниями о механизмах генерации и о приемниках радиоизлучения, а также навыками обработки наблюдательных данных.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- интерпретировать наблюдательные данные и использовать эти данные для получения информации об источниках радиоизлучения излучения.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 9 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи-ческие занятия	Лабора-торные работы	
1.	Тема 1. Введение в радиоастрономию.	9		4	0	0	
2.	Тема 2. Антенна радиотелескопа.	9		4	0	2	
3.	Тема 3. Приемные устройства: шумы и детектирование сигнала.	9		6	0	4	
4.	Тема 4. Радиотелескоп с одиночной антенной	9		6	0	4	Контрольная работа
5.	Тема 5. Двухэлементный интерферометр.	9		8	0	4	Контрольная работа
6.	Тема 6. Апертурный синтез.	9		8	0	4	Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	9		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	0	18	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в радиоастрономию.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

История радиоастрономии. Роль и место радионаблюдений в астрономии.

Тема 2. Антенна радиотелескопа.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Эффективная площадь, диаграмма направленности. Антенная температура. Электромагнитные волны. Поляризация: параметры Стокса.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Измерение антенной температуры. Спектр излучения Галактики.Космические лучи и магнитное поле Галактики. Синхротронное излучение. Поляризация и Фарадеевское вращение. Петли и шпуры. Локальная "пустота". Другие галактики.

Тема 3. Приемные устройства: шумы и детектирование сигнала.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Случайный Гауссов шум. Детектирование и интегрирование. Принцип радиометра. Спектрометр. Кросскорреляционный радиометр: интерферометрия.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Формирование линий в МЗС. Нейтральный водород (HI). Ионизованный водород (HII). Горячая ионизованная компонента. Механизмы нагрева и остывания. Плотные молекулярные облака. Молекулярные линии в радиодиапазоне.

Тема 4. Радиотелескоп с одиночной антенной

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Угловое разрешение. Распределение поля а апертуре и диаграмма направленности антенны. Точность поверхности. Миллиметровые и субмиллиметровые телескопы. Антенное сглаживание.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Дискретные радиоисточники и гравитационные линзы. Эволюция и подсчеты радиоисточников. Угловые размеры. Гравитационные линзы. Наблюдения гравитационных линз.

Тема 5. Двухэлементный интерферометр.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Основные принципы. Интерферометр с конечной полосой пропускания. Преобразование Фурье и u-v-плоскость. Радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ). Интерферометр в геодезии и астрометрии. Интерферометрия в миллиметровом диапазоне.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Радио- и оптическое излучение пульсара. Механизм излучения. Популяция и эволюция пульсаров. Орбиты двойных систем. Тесты ОТО.

Тема 6. Апертурный синтез.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Интерферометрические решетки. Функция спектральной чувствительности. Заполнение u-v-плоскости. Незаполненные u-v-плоскости - VLA и MERLIN. Построение изображения в РСДБ. Калибровка данных в интерферометрии. Апертурный синтез в миллиметровом диапазоне.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Угловое разрешение: звезды и квазары. Защита радиочастот в (радио)астрономии.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Радиотелескоп с одиночной антенной	9		подготовка к контрольной работе	6	Контрольная работа
5.	Тема 5. Двухэлементный интерферометр.	9		подготовка к контрольной работе	6	Контрольная работа
6.	Тема 6. Апертурный синтез.	9		подготовка к контрольной работе	6	Контрольная работа
	Итого				18	

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекционные занятия сочетают в себе классическую форму подачи фактического материала в сочетании с демонстрацией примеров астрономических радиотелескопов мира с использованием мультимедийных технологий. Лабораторные занятия проводятся в форме обсуждения пройденного материала, дискуссий, решения практических задач.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение в радиоастрономию.

Тема 2. Антенна радиотелескопа.

Тема 3. Приемные устройства: шумы и детектирование сигнала.

Тема 4. Радиотелескоп с одиночной антенной

Контрольная работа , примерные вопросы:

Угловое разрешение. Распределение поля а апертуре и диаграмма направленности антенны. Точность поверхности. Миллиметровые и субмиллиметровые телескопы. Антенное сглаживание.

Тема 5. Двухэлементный интерферометр.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Интерферометр с конечной полосой пропускания. Радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ). Интерферометр в геодезии и астрометрии. Интерферометрия в миллиметровом диапазоне.

Тема 6. Апертурный синтез.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Интерферометрические решетки. Функция спектральной чувствительности. Построение изображения в РСДБ. Калибровка данных в интерферометрии. Апертурный синтез в миллиметровом диапазоне.

Итоговая форма контроля

экзамен (в 9 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

Вопросы к экзамену:

Билет № 1

1. Объект и изображение: уравнение антенного сглаживания
2. Радиоизлучение Солнца.

Билет № 2

1. Общая шумовая температура системы; ее составляющие
2. Поверхностная яркость.

Билет № 3

1. Методы уменьшения Тш системы
2. Мазерный механизм и мазерные источники в космосе.

Билет № 4

1. Методы борьбы с помехами в радиодиапазоне
2. Классические новые

Билет № 5

1. Радиометр: чувствительность; радиометрический выигрыш
2. Радиоизлучение двойных и вспыхивающих звезд

Билет ◆ 6

1. Отношение ?сигнал/шум? и принципы ее изменения.
2. Пульсары; популяция и эволюция.

Билет ◆ 7

1. Шумовая температура
2. Внегалактические радиоисточники: исторический обзор

Билет ◆ 8

1. Диаграмма направленности антенны: определение; основные характеристики
2. Радиогалактики

Билет ◆ 9

1. Плотность потока излучения: определение; связь с наблюдаемыми параметрами
2. Квазары

Билет ◆ 10

1. Радиоинтерферометрия
2. Внегалактические радиоисточники: радиоспектры и переменность

Билет ◆ 11

1. Плотность потока излучения: определение; связь с наблюдаемыми параметрами
2. Внегалактические радиоисточники: сверхсветовые скорости

Билет ◆ 12

1. Распространение радиоволн. Радиационный перенос
2. Реликтовое излучение и космология

Билет ◆ 13

1. Простейший приемник: основные схемы радиометров
2. Основные механизмы излучения.

Билет ◆ 14

1. Диаграмма направленности антенны. Угловое разрешение. Распределение поля а апертуре
2. Радиоизлучение планет и спутников.

Билет ◆ 15

1. Детектирование и интегрирование. Принцип радиометра
2. Излучение Галактики в континууме. Спектр излучения Галактики. Космические лучи и магнитное поле Галактики

Билет ◆ 16

1. Антенное сглаживание.
2. Распространение радиоволн.

Билет ◆ 17

1. Двухэлементный интерферометр. Основные принципы. Интерферометр с конечной полосой пропускания.

Преобразование Фурье и u-v-плоскость.

2. Основные механизмы излучения.

Билет ◆ 18

1. Радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ).
2. Межзвездная среда. ?Температурный? состав. Механизмы нагрева и остывания.

Билет ◆ 19

1. Интерферометрические решетки. Функция спектральной чувствительности. Заполнение u-v-плоскости.

Построение изображения в РСДБ. Калибровка данных в интерферометрии.

2. Динамика Галактики; размеры и масштабы Галактики.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Билет ◆ 20

1. Простейший приемник: основные схемы радиометров
2. Пульсары: механизм излучения; структура и вращение нейтронной звезды.

Билет ◆ 21

1. Распространение радиоволн.
2. Активные ядра галактик

7.1. Основная литература:

1. Брауде, С.Я. Радиоволны рассказывают о Вселенной. [Электронный ресурс] / С.Я. Брауде, В.М. Конторович. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2010. ? 237 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/48256

2. Фундаментальные космические исследования. В 2 кн. Кн.1. Астрофизика. [Электронный ресурс] ? Электрон.дан. ? М. : Физматлит, 2014. ? 452 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/59705

3. Парийский, Ю.Н. Радиогалактики и космология. [Электронный ресурс] / Ю.Н. Парийский, Ю.Н. Парийский. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2009. ? 300 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/48262

7.2. Дополнительная литература:

1. Труды Всероссийской астрономической конференции ВАК - 2007 / [ред.: Н. А. Сахибуллин и др.] .? Казань : Изд-во Казанского государственного университета , 2007 .? 535 с. : ил. ; 21 .? В надзаг.: Рос. акад. наук, Правительство Респ. Татарстан, Рос. Фонд фундамент. исслед., Казан. гос. ун-т, Акад. наук Респ. Татарстан .? Библиогр. в конце отд. ст., 350. (НБ-2 экз., фонд кафедры - 10 экз.)

2. Котельников, В.А. Собрание трудов Том 3. Радиолокационная астрономия. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2009. ? 360 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2212

3. Аболмасов, П.К. Аккреционные процессы в астрофизике. [Электронный ресурс] / П.К. Аболмасов, В.В. Журавлев, А.Ю. Кочеткова, Г.В. Липунова. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2016. ? 416 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/91161

4. Лукаш, В.Н. Физическая космология. [Электронный ресурс] / В.Н. Лукаш, Е.В. Михеева. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2012. ? 404 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5279

7.3. Интернет-ресурсы:

- Сайт Федерального Космического агентства - http://www.federalspace.ru/1272/
- сайт электронной библиотеки по физике и астрономии; - adsabs.harvard.edu/
- Физика космоса - astronet.ru
-Глоссарий по практической астрофизике - http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl_fors.cgi?RNghr8kgylr;tg9!gxywu(onoqg
-Сайт свободной энциклопедии - ru.wikipedia.org

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Современные методы радиоастрономии" 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 оборудованием 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. 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, УМК, 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. 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 "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.

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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации не предусмотрено .

Автор(ы):
Бикмаев И.Ф. _____
Мингалиев М.Г. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Жучков Р.Я. _____
"__" _____ 201 __ г.