

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АСТРОНОМИИ

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
МГУ
_____ / Н.Н. Сысоев /
«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАДИОАСТРОНОМИЯ

Уровень высшего образования:

Специалитет

Направление подготовки:

03.05.01 Астрономия

Направленность (профиль) ОПОП:

Общая специальность

Квалификация «Специалист»

Форма обучения: Очная форма обучения

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Ученым советом физического факультета МГУ

(протокол № _____, _____)

Москва 20__

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 03.05.01 Астрономия.

Год (годы) приема на обучение _____

Авторы–составители:

К.ф.-м.н., с.н.с., Конникова Валентина Константиновна, отдел радиоастрономии ГАИШ

Заведующий кафедрой

Д.ф.-м.н профессор Расторгуев Алексей Сергеевич

Аннотация к рабочей программе дисциплины «ПРАКТИЧЕСКАЯ РАДИОАСТРОНОМИЯ»

На лекциях студенты знакомятся с основными результатами радиоастрономических наблюдений, рассматриваются все типы радиотелескопов и радиоастрономических приемников для всего диапазона длин радиоволн, интерферометры и системы апертурного синтеза. Изучаются основы обработки радиоастрономических данных.

Разделы рабочей программы

1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО).
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (при наличии)
3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями
4. Форма обучения.
5. Язык обучения.
6. Содержание дисциплины.
7. Объем дисциплины
8. Структурированное по темам (разделам) содержание дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий
9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.
10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).
11. Шкала оценивания.
12. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.
13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.
14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «ПРАКТИЧЕСКАЯ РАДИОАСТРОНОМИЯ» реализуется на 5 курсе в 9-ом семестре и является составной частью профессионального блока вариативной части.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Отсутствуют.

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями

В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1.Б	З-1 Знать: Принципы радиотелескопов, методы наблюдений и обработки радиоастрономических данных. У-1 Уметь: Грамотно проводить и обрабатывать радиоастрономические наблюдения. В-1 Владеть: математическим аппаратом, применяемым в обработке наблюдений.
ОПК-1.Б	З-1 Знать: Методы наблюдений, обработки радиоастрономических наблюдений. У-1 Уметь: Планировать, проводить радиоастрономические наблюдения У-2 Уметь: обрабатывать полученные данные, моделировать источники радиоастрономического излучения В-1 Владеть: навыками проведения наблюдений и обработки результатов

1. **Форма обучения:** очная.

2. **Язык обучения:** русский.

3. Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия радиоастрономии.

Вводятся понятия яркостной температуры, плотности потока, антенной и шумовой температуры, рассматриваются спектры и поляризация радиоисточников.

Тема 2. Влияние атмосферы Земли на радионаблюдения.

Рассматриваются основные параметры атмосферы, прозрачность и поглощение радиоизлучения, собственное излучение атмосферы, флуктуации параметров земной атмосферы.

Тема 3

Антенны радиотелескопов

Изучаются основные параметры антенн, облучение антенн, диапазоны длин волн, обтекатели и др. Рассматриваются все типы антенн для всего диапазона длин волн. Дается сводка математических понятий необходимых для понимания принципов работы радиотелескопов.

Тема 4. Приемники космического радиоизлучения.

Космическое радиоизлучение, отличие приема радиовещательного и космического радиоизлучения. Типы приемников космического радиоизлучения, принципы работы, элементы приемников. Регистрация данных с выхода радиотелескопа.

Тема 5. Апертурный синтез

Основные понятия апертурного синтеза, использование вращения Земли для заполнения u-v плоскости. Интерферометры: аддитивный, интерферометр с модуляцией фазы, интерферометр интенсивностей, системы РСДБ.

Основные типы антенн апертурного синтеза – одномерные решетки, крестообразные антенны, Т-У-образные антенны, Кольцевые антенны, системы случайно расположенных антенн. Европейская система VLBI. Космические радиотелескопы.

Характеристики антенн апертурного синтеза, методы обработки полученных данных.

Тема 6. Методы наблюдений.

Методы наблюдений на разных радиотелескопах, параметры, получаемые в процессе наблюдений., методы измерения параметров антенн.

Тема 7. Методы обработки радиоастрономических данных.

Обработка данных при диаграммной модуляции и других типах приемников, спектральные наблюдения, картографирование, измерение поляризации, точность определения потоков и координат..

Тема 8. Обзоры неба, каталоги и базы данных.

Рассматриваются существующие обзоры неба, каталоги и базы данных радиоисточников. Проводятся практические занятия по работе с каталогами.

7. Объем дисциплины

НАЗВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	Трудоемкость в зачетных единицах	объем учебной нагрузки в ак. часах				
		Общая трудоемкость	в том числе ауд. занятий			Самостоятельная работа студентов
			Общая аудиторная нагрузка	Лекций	Семинаров	
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАДИОАСТРОНОМИЯ	2	72	36	36	0	36

8. Структурированное по темам (разделам) содержание дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

темы	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы					Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Всего часов	Лекции	Научно-практические занятия	Семинары	Самостоятельная работа	
1	Основные понятия радиоастрономии	2	2	-			Собеседование, опрос
2	Влияние атмосферы Земли на радионаблюдения	2	2	-			
3	Антенны радиотелескопов	8	8	-		4	
4	Приемники космического радиоизлучения	6	6	-			
5	Апертурный синтез	8	8	-		4	
6	Методы наблюдений.	2	2	-			
7	Методы обработки радиоастрономических данных	4	4	-			
8	Обзоры неба, каталоги и базы данных	4	2	-			
	Промежуточная аттестация	4				6	Экзамен в форме письменной работы с последующим собеседованием
ИТОГО:		36	36	-		12	

9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

Текущий контроль по дисциплине «Практическая радиоастрономия» осуществляется на лекциях и заключается в оценке активности и качества участия в опросах и собеседованиях по проблемам, изучаемых в рамках тем лекционных занятий, аргументированности позиции; оценивается широта используемых теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Практическая радиоастрономия» проводится в форме устного зачета.

10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, представлены в таблице

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Оценочные средства текущего контроля		
Тематический опрос (в форме ответов на вопросы)	Средство контроля, организованное как специальная беседа по тематике предыдущей лекции и рассчитанное на выяснение объема и качества знаний, усвоенных обучающимися по определенному разделу, теме, проблеме.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Оценочные средства промежуточной аттестации		
Собеседование	Средство, позволяющее получить экспертную оценку знаний, умений и навыков по для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной области.	Требования к порядку проведения собеседования

11. Шкала оценивания.

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
	незачет	зачет		
ЗНАТЬ: фундаментальные законы физики и их взаимосвязь УК-1.Б 3-1	Отсутствие знаний фундаментальных законов физики и их взаимосвязей	В целом успешные, но не систематические знания фундаментальных законов физики и их взаимосвязей	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы знания фундаментальных законов физики и их взаимосвязей	Успешные и систематические знания фундаментальных законов физики и их взаимосвязей
ЗНАТЬ: основные понятия математической обработки астрономич. наблюдений УК-1.Б 3-2	Отсутствие знаний или фрагментарное знание основных понятий математической обработки астрономич. наблюдений	В целом успешное, но не систематическое знание основных понятий математической обработки астрономич. наблюдений	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы знание основных понятий математической обработки астрономич. наблюдений	Успешное и систематическое знание основных понятий математической обработки астрономич. наблюдений
ЗНАТЬ: основные математическ	Отсутствие знаний или фрагментарное	В целом успешное, но не	В целом успешно, но	Успешное и систематическое знание основных

ие методы, используемые при решении задач астрофизики ОПК-1.Б 3-1	применение основных математических методов, при решении задач астрофизики	систематическое применение основных математических методов, при решении задач астрофизики	содержащее отдельные пробелы знание основных математических методов, при решении задач астрофизики	математических методов, при решении задач астрофизики
УМЕТЬ: строить теоретические модели астрономич. объектов, используя критический анализ данных УК-1.Б У-1	Отсутствие умения строить теоретические модели астрономич. объектов, используя критический анализ данных	В целом успешное, но не систематическое умение строить теоретические модели астрономич. объектов, используя критический анализ данных	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение строить теоретические модели астрономич. объектов, используя критический анализ данных	Успешное и систематическое умение строить теоретические модели астрономич. объектов, используя критический анализ данных
УМЕТЬ: планировать и проводить экспериментальные исследования в области астрофизики, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе эксперимента УК-1.Б У-2	Отсутствие умения планировать и проводить экспериментальные исследования в области астрофизики, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе эксперимента	В целом успешное, но не систематическое умение планировать и проводить экспериментальные исследования в области астрофизики, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе эксперимента	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение планировать и проводить экспериментальные исследования в области астрофизики, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе эксперимента	Успешное и систематическое планировать и проводить экспериментальные исследования в области астрофизики, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе эксперимента
УМЕТЬ: решать типовые задачи астрофизики	Отсутствие умения решать типовые задачи	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные	Успешное и систематическое умение решать типовые задачи

ОПК-1.Б У-1		решать типовые задачи	пробелы умение решать типовые задачи	
УМЕТЬ: строить математические модели явлений и процессов астрофизики ОПК-1.Б У-2	Отсутствие умения строить математические модели физических явлений и процессов	В целом успешное, но не систематическое умение строить математические модели физических явлений и процессов	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы умение строить математические модели физических явлений и процессов	Успешное и систематическое умение строить математические модели физических явлений и процессов
ВЛАДЕТЬ: математическим аппаратом, применяемым в астрофизике УК-1.Б В-1	Отсутствие/фрагментарное владение математическим аппаратом, применяемым в астрофизике	В целом успешное, но не систематическое владение математическим аппаратом, применяемым в астрофизике	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы владение математическим аппаратом, применяемым в астрофизике	Успешное и систематическое владение математическим аппаратом, применяемым в астрофизике
ВЛАДЕТЬ: методами теоретического исследования явлений и процессов в астрофизике УК-1.Б В-2	Отсутствие/фрагментарное владение методами теоретического исследования явлений и процессов в астрофизике	В целом успешное, но не систематическое владение методами теоретического исследования явлений и процессов в астрофизике	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы владение методами теоретического исследования явлений и процессов в астрофизике	Успешное и систематическое владение методами теоретического исследования явлений и процессов в астрофизике
ВЛАДЕТЬ: навыками проведения астрономич. наблюдений и обработки их результатов ОПК-1.Б В-1	Отсутствие/фрагментарное владение навыками проведения астрономич. наблюдений и обработки их результатов	В целом успешное, но не систематическое владение навыками проведения астрономич. наблюдений и обработки их результатов	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы владение навыками проведения астрономич. наблюдений и	Успешное и систематическое владение навыками проведения астрономич. наблюдений и обработки их результатов

			обработки их результатов	
--	--	--	--------------------------	--

12. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Вопросы по пройденному материалу.

1. Какие объекты излучают в радиодиапазоне в нашей Галактике.
2. Что мешает радионаблюдениям в миллиметровом и дециметровом диапазонах.
3. Рабочий диапазон длин волн антенны. Угловое разрешение антенны.
4. Физический смысл диаграммы направленности антенны. Что такое коэффициент использования диаграммы.
5. Почему эффективная площадь радиотелескопа меньше геометрической, коэффициент использования апертуры (облучатели антенны).
6. Понятие яркостной, антенной и шумовой температур и как они определяются.
7. Теорема отсчетов (Котельникова). Получение изображения от протяженного источника, понятие свертки.
8. Понятие путаницы.
9. Последовательный и параллельный апертурный синтез. Пространственные частоты и спектр пространственных частот.
10. Пространственно-частотная характеристика антенны. Как заполняется U-V плоскость.
11. Какие типы антенн апертурного типа существуют. Система VLBA.
12. Отличие космического сигнала от радиовещательного.
13. Что такое радиометрический выигрыш, чем он определяется.
14. Из чего складывается шумовая температура приемника космического излучения.
15. Самый чувствительный и полный радиобзор неба на сегодня.

13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Материалы промежуточной аттестации обучающихся

Вопросы к зачету по пройденному материалу.

16. Какие объекты излучают в радиодиапазоне в нашей Галактике.
17. Что мешает радионаблюдениям в миллиметровом и дециметровом диапазонах.
18. Рабочий диапазон длин волн антенны. Угловое разрешение антенны.
19. Физический смысл диаграммы направленности антенны. Что такое коэффициент использования диаграммы.
20. Почему эффективная площадь радиотелескопа меньше геометрической, коэффициент использования апертуры (облучатели антенны).
21. Понятие яркостной, антенной и шумовой температур и как они определяются.

14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Основная литература.

1. В.К.Конникова, Е.Е.Лехт, Н.А.Силантьев Практическая радиоастрономия.,
Издательство МГУ.

Рекомендуемая дополнительная литература в данной книге.

Базы данных и каталоги источников космического радиоизлучения.

Материально-техническое обеспечение

В соответствии с требованиями п. 5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки «Физика».

Курс может быть прочитан в поточной аудитории при наличии: работающих электрических розеток, компьютера, проектора, экрана, учебной доски.