

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова**

**ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АСТРОФИЗИКИ И ЗВЕЗДНОЙ АСТРОНОМИИ**

УТВЕРЖДАЮ

«__» _____ / /
20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

РАДИОФИЗИКА

Уровень высшего образования:

Специалитет

Специальность:

03.05.01 Астрономия

Направленность (профиль)/специализация образовательной программы:

Общая специальность

Форма обучения:

Очная

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», утвержденным приказом МГУ от 30.12.2020 г. № 1381.

Год (годы) приема на обучение_____

Авторы-составители:

1. Д.ф.-м.н., профессор Руденко Валентин Николаевич, кафедра астрофизики и звездной астрономии физического факультета МГУ; заведующий отделом Гравитационных измерений ГАИШ МГУ
2. К.ф.-м.н., старший научный сотрудник Гусев Андрей Викторович, отдел Гравитационных измерений ГАИШ МГУ

Заведующий кафедрой

Д.ф.-м.н., профессор, член-корр. РАН Постнов Константин Александрович,
заведующий кафедрой астрофизики и звездной астрономии

Аннотация к рабочей программе дисциплины

Дисциплина «Радиофизика» является частью курса общей физики. На лекциях студенты знакомятся с основными радиофизическими явлениями и радиотехническими цепями, методами их теоретического описания и способами использования в физических экспериментах и приборах. Лекции проводятся с компьютерной иллюстрацией (и симуляцией) изучаемых радиофизических явлений. Курс сопровождается практическими занятиями, на которых студенты учатся работать с радиотехническими цепями и схемами, а также семинарами занятиями по решению задач радиофизической тематики.

Дисциплина «Радиофизика» реализуется на 2-ом курсе в 4-ом семестре и является обязательной для освоения обучающимися.

Объем дисциплины составляет 2 з.е., в том числе 51 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 21 академических часа, отведенных на самостоятельную работу обучающихся.

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) – экзамен во 2 семестре.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Радиофизика» представляет профессиональный блок вариативной части астрономического отделения ; в то же время она является составной частью модуля «Общая физика» профессионального блока базовой части Физического факультета МГУ

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

Знания в рамках программ математического анализа и общей физики за первые три семестра обучения на Физическом факультете МГУ

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
		<p>Знать: фундаментальные законы радиофизики, основные понятия математической обработки данных радиотехнических экспериментов.</p> <p>Уметь: строить теоретические модели радиофизических цепей, используя критический анализ данных, планировать и проводить экспериментальные исследования в области радиофизики, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе эксперимента.</p> <p>Владеть/Иметь опыт: математическим аппаратом, применяемым в радиофизике, методами теоретического исследования явлений и процессов в радиофизике</p>

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе: 51 академический час, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 21 академический час, отведенных на самостоятельную работу обучающихся.

Контактная работа включает в себя:

занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях, обучающимся), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия).

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (ак.ч.)	В том числе						Форма текущего контроля успеваемости, наименование
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы ¹					Самостоятельная работа обучающегося, академические часы	
		Занятия лекционного типа (лекций)	Занятия семинарского типа			Всего		
Семинары	Лабораторные занятия*		Практические занятия*					
Предмет радиофизики	1	2	-	-	-	2	-	Опрос
Линейные элементы радиотехнических цепей	3	4	1	-	-	5	1	
Сигналы и спектры	8	2	2	-	-	4	2	
Флуктуации в радиофизических системах.	8	4	2	-	-	6	2	
Нелинейные цепи	8	4	2	-	-	6	2	
Цепи с переменными параметрами	6	2	-	-	-	2	2	
Усиление электромагнитных сигналов	8	2	2	-	-	4	2	

¹Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий лекционного и(или) семинарского типа.

Генерация электромагнитных сигналов	8	4	2	-	-	6	2	
Выделение сигнала из шума.	8	4	2	-	-	6	2	
Цепи с распределёнными параметрами.	5	2	2	-	-	4	1	
Антенны	3	2	2	-	-	4	1	
Элементы теории информации	2	2	-	-	-	2	-	
Промежуточная аттестация: экзамен							4	
Итого	72	51					21	

*Лабораторные занятия, практические занятия относятся к практической подготовке обучающихся.

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

6.1. Типовые задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения:

Примеры вопросов устного опроса:

1. Элементы линейных радиофизических цепей. Источники энергии. Методы расчета простейших релаксационных цепей в стационарном и переходном режимах.
2. Основные характеристики антенн. Большие радиоастрономические антенны.
3. Обнаружение известного сигнала на заданном шумовом фоне. Обобщенный согласованный фильтр Винеровская фильтрация.
4. Прохождение детерминированных и случайных сигналов через линейные системы. Отношение сигнала к шуму на выходе линейной цепи.
5. Уравнения длинных линий. Волны в длинных линиях. Понятие согласованной линии.
6. Спектральный анализ стационарных случайных процессов. Корреляционная функция и спектральная плотность.
7. Метод медленно меняющихся амплитуд. Укороченные уравнения затухающего осциллятора. Переходные процессы в резонансных системах.
8. Длинная линия как линейный четырехполюсник. Характеристические Z-параметры линии. Условие согласования. Резонансы в длинной линии.
9. Задача выделения сигнала из шума. Корреляционный приемник. Примеры корреляционного приема в астрофизических экспериментах.
10. Телеграфные уравнения для волноводов. Групповая и фазовые скорости в волноводах.

Промежуточная аттестация (экзамен)

Примеры вопросов:

1. Корреляционная теория стационарных случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Процессы типа «белого шума».
2. Спектральный анализ радиосигналов. Свойства спектров. Спектры типичных сигналов. Теоремы Котельникова.
3. Параметрический резонанс. Вырожденный параметрический усилитель. Соотношения Менли-Роу.
4. Отношение сигнала к шуму на выходе линейной цепи.
5. Линейные четырехполюсники. Эквивалентные схемы. Матрица комплексных сопротивлений. Резонанс в связанных контурах.
6. Оцифровка радиосигналов. Дискретное преобразование Фурье.
7. Параметрический контур и его эквивалентная схема. Вырожденный параметрический усилитель. Особенности параметрического усиления.
8. Длинная линия как линейный четырехполюсник. Характеристические Z-параметры линии. Условие согласования. Резонансы в длинной линии.
9. Основные типы радиофизических сигналов. Прохождение регулярных сигналов через линейные системы. Методы расчета Фурье и Лапласа.
10. Нелинейные элементы радиотехнических цепей. Детектирование сигнала с амплитудной модуляцией. Преобразование частоты. Гетеродинный прием сигнала в радиоастрономических антенных цепях.
11. Типы и параметры усилителей сигнала на биполярном транзисторе. Эмиттерный повторитель. Каскадирование усилителей.
12. Основные типы шумов в радиофизических системах и их характеристики.

13. Методы описания стационарных случайных процессов. Связь спектральной плотности и корреляционной функции.
14. Принцип параметрического усиления сигналов. Резонансный контур с переменной емкостью. Двух - контурный параметрический усилитель. Соотношения Менли-Роу.
15. Обратные связи в активных четырехполюсниках. Генерация электромагнитных колебаний. Условия самовозбуждения. Типы генераторов.
16. Резонанс в колебательном контуре с нелинейной емкостью. Метод гармонического баланса
17. Длинные линии. Телеграфные уравнения. Волны в длинных линиях Роль граничных условий. Понятие согласованной линии.
18. Принципы детектирования слабых сигналов на фоне гауссовых помех. Роль априорной информации. Согласованная фильтрация. Фильтр Винера.
19. Нелинейные элементы радиотехнических систем. Преобразование частоты в радиоприемных системах. Демодуляция радиосигналов.
20. Линейные четырехполюсники с постоянными параметрами. Матричное описание. Транзистор как четырехполюсник. Эквивалентные схемы. Резонанс в связанных контурах.
21. Осциллятор в радиофизике. Электро – механическая аналогия. Метод медленных амплитуд. Укороченные уравнения. Вид укороченных уравнений для осциллятора с нелинейной емкостью.
22. Генераторы в радиофизических цепях Условия самовозбуждения. Типы генераторов на транзисторах. Мультивибратор и RC генератор.
23. Параметрическое усиление электромагнитных сигналов. Вырожденный параметрический усилитель. Шумы параметрических усилителей.
24. Выделение сигнала из шума. Фильтрация на фоне смеси белого и окрашенного шума. Обобщенный согласованный фильтр. Алгоритм Винера-Хопфа.
25. Параметрический резонанс. Реализация параметрического контура в радиотехнике. Типы параметрических усилителей. Усилитель с преобразованием частоты «ап-конвертор»
26. Резонансные явления в длинных линиях. Согласованная линия. Фазовая и групповая скорости в длинных линиях и волноводах.
27. Статистическая стратегия обнаружения сигнала. Критерий Неймана-Пирсона
28. Синтез оптимального корреляционного приемника по критерию максимума отношения сигнал-шум. Примеры применения корреляционных приемников.
29. Осциллятор в радиофизике. Узкополосный процесс . Квадратурные компоненты. Амплитуда и фаза узкополосного процесса Комплексная огибающая узкополосного процесса. Спектр узкополосного процесса

6.2. Шкала и критерии оценивания

(шкала и критерии оценивания могут быть типовыми для всех дисциплин (модулей), входящих в ОПОП ВО)

7. Ресурсное обеспечение

• Перечень основной и дополнительной учебной литературы

1. Белокопытов Г.В., Белов А.А., Логгинов А.С., Кузницов Ю.И., Иванов И.В., Ржевкин К.С. Основы Радиофизики. Изд. УРСС, Москва 1996 256 стр. (Университетский курс общей радиофизики).
2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы Москва 2006 г. изд. ДРОФА (5-издание); Москва 1977 г. изд. Советское Радио, (3-издание)

3. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. ч.1, Изд. Советское Радио, 1969 г.
4. Мигулин В. В, Медведев В. И., Мустель Е. Р., Парыгин В. Н.; Основы теории колебаний.. - М.: Наука, 1978. - 392 с
5. Худяков Г.И. Теорема отсчетов теории сигналов и её создатели. Радиотехника и электроника. 2008. Т. 53, № 9. с. 1157–1168.
6. А.Ушаков. Клод Шенон – создатель теории информации. Control Engineering Россия №2 (62), с 84-86 , 2016
7. Общий радиофизический практикум. . Под ред. А.Н. Матвеева, Д.Ф. Киселева. М. Изд. Моск. ун-та. 1991. 272 с.

- Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения не требуется.
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем не требуется.
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» не требуется.
- Описание материально-технической базы

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.

8. Язык преподавания: русский .