

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования, первый
проректор
Т.А. Халупов
подпись
« 31 » 2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД01.ДВ.01.01.02 МЕТОДЫ РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Направление подготовки 03.04.03 Радиофизика

Направленность Квантовые устройства и радиофотоника

Форма обучения очная

Квалификация магистр

Краснодар 2025

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Методы радиофизических исследований» предназначена для магистрантов, обучающихся по образовательной программе «Квантовые устройства и радиофотоника» и входит в профориентационный модуль.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 03.04.03 «Радиофизика», учебный план подготовки магистрантов по профилю «Квантовые устройства и радиофотоника». Трудоемкость дисциплины 1 зачетную единицу, 36 академических часа, из них 8 часов лекций, 8 часов практических работ, 20 часов самостоятельной работы. Дисциплина реализуется на 1 курсе во 2 семестре.

Цель

Цель освоения дисциплины «Методы радиофизических исследований» являются: знакомство с актуальными проблемами радиофизики; формирование у магистрантов научного представления о перспективах развития радиофизики как науки.

Задачи:

- Знать фундаментальные разделы физики и радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач.
- Уметь ориентироваться в современных методах исследования конденсированной материи, составлять обзоры перспективных направлений научно-инновационных исследований;
- Владеть знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач, знаниями о границах применимости методов и их сопоставления;
- Демонстрировать способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики.

Для успешного изучения дисциплины «Методы радиофизических исследований» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОПК-1 - Способен применять фундаментальные знания в области физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач, в том числе в сфере педагогической деятельности;
- ПК-2 - Способен оптимизировать параметры технологических операций;
- ПК-3 - Способен к анализу и выбору перспективных технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники;
- ПК-6 - Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при исследовании самостоятельных тем.

В результате изучения дисциплины у магистрантов формируются следующие общепрофессиональные / профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 - Способен применять фундаментальные знания в области физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач, в том числе в сфере педагогической деятельности	Знает	Знает основные радиофизические методы исследования
	Умеет	Умеет применять основные методы радиофизических исследований
	Владеет	Применяет основные методы радиофизических исследований при решении научно-исследовательских задач.
ПК-2 - Способен оптимизировать параметры технологических операций	Знает	Знать методы физико-технологического моделирования волновых процессов для изделий микро- и нанoeлектроники.
	Умеет	Уметь определять степень влияния технологических процессов компонентов микро- и нанoeлектроники на передающие характеристики волновых процессов радиосистем.
	Владеет	Владеть базовыми знаниями технологии формирования волновых процессов в системах с компонентами микро- и нанoeлектроники
ПК-3 - Способен к анализу и выбору перспективных технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники	Знает	Знает основные современные тенденции в области разработок перспективных материалов с эффективными параметрами в области кооперативных и когерентных явлений.
	Умеет	Умеет проводить научные исследования в области изучения кооперативных и когерентных явлений в области разработки перспективных материалов для микроэлектроники и квантовой электроники.
	Владеет	Владеет навыками работы с технологическими процессами и оборудованием для получения и исследования электронных и фотонных компонентов.
ПК-6 - Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при исследовании самостоятельных тем	Знает	Знает основные тенденции отечественного и международного опыта по разработке полупроводниковых приборов, устройств и технологий.
	Умеет	Умеет анализировать информацию по технологическим приемам и принципам получения эффективных полупроводниковых компонентов.
	Владеет	Владеет методами оценки эффективности квантовых и электронных систем по областям применения.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Современные радиофизические методы диагностики» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: *проект*.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА(8 час.)

Тема 1. Современное состояние радиофизики как науки (0,5 час.) (с указанием использованных методов активного обучения)

Основные отрасли современной радиофизики. Радиофизические методы. Активные и пассивные методы исследования физических сред и объектов. Детерминированные, статистические и имитационные радиофизические модели. Особенности постановки радиофизических задач. Отличие радиофизических от радиотехнических методов.

Тема 2. Основные направления и перспективы развития радиофизики (0,5 час.)

Основные направления развития радиофизики. Современные проблемы радиофизики. Радиофизика и смежные науки. Перспективы радиофизики по областям.

Тема 3. Проблемы и методы радиоспектроскопии (0,5 час.).

Особенности радиоспектроскопических методов исследования по сравнению с оптической спектроскопией. Радиоспектроскопия газов. Колебательные и вращательные спектры молекул. Особенности радиоспектроскопии жидкостей и твердых тел. Ядерный магнитный резонанс. Электронный парамагнитный резонанс. Методы импульсной Фурье-спектроскопии. Применение радиоспектроскопии в физике, химии, биологии и медицине.

Тема 4. Проблемы и методы радиооптики (0,5 час.).

Понятие радиооптики. Отличие радио-оптических методов от оптических. Преобразование сигнала в радио-оптических системах. Радио-оптические фильтрация, вычисление спектра и другие операции. Оптические процессоры. Преобразование радиосигналов в оптический диапазон. Масштабные преобразования радио- и оптических изображений. Фокусировка сигналов в радио-оптических системах.

Тема 5. Радио-интроскопия и дистанционное зондирование (1 час.).

Современные задачи интроскопии и методы получения радио изображений. Радио-видение. Методы радио-голографии. Методы радио-томографии. Современные методы подповерхностного зондирования. Особенности выбора модели распространения электромагнитных волн для обработки сигналов радио-видения. Применение методов радио-голографии для контроля радиотелескопов. Микроволновая микроскопия. Дистанционное зондирование земной поверхности, морской акватории, атмосферы, леса. Зондирование из космоса.

Тема 6. Проблемы наблюдательной и локационной радиоастрономии (0,5 час.).

Основные радиоастрономические открытия. Механизмы излучения радиоволн в космических условиях. Характеристики космического радиоизлучения. Радиоизлучение Солнца и планет Солнечной системы. Галактические и внегалактические источники радиоизлучения. Методы приема космического радиоизлучения. Методы радиоспектроскопии в радиоастрономии. Виды космического

излучения и поглощения в спектральных радиолниях.

Современная стратегия SETI. Выбор направления поиска. Проекты направленного поиска и сплошные обзоры небесной сферы в радиодиапазоне. Критерии выбора направления передачи, формы и диапазона частот сигнала, содержания передаваемой информации. Современные проекты передачи сигналов для ВЦ. Выбор момента приема сигналов ВЦ. Критерии искусственности космических радиосигналов. Поиск монохроматического и искусственного стохастического радиоизлучения. Исследования статистической структуры космических сигналов. Обзор проектов поиска радиосигналов в проблеме SETI. Современное состояние проблемы поиска сигналов в проблеме SETI.

Тема 7. Радиофизика и проблема обнаружения гравитационно- волнового излучения (0,5 час.).

Современные детекторы гравитационных волн. Твердотельные резонансные детекторы. Гравитационные антенны на свободных массах. Лазерно-интерферометрические гравитационные детекторы.

Комбинированные лазерно-твердотельные системы. Доплеровские радиосистемы обнаружения гравитационных волн. Ротационно-гетеродинные гравитационные антенны. Антенны с использованием высокочастотных резонаторов СВЧ. Современные национальные и международные проекты по обнаружению гравитационных волн (LIGO, VIRGO, LISA, DUKYN и др.).

Тема 8. Проблема обнаружения внесолнечных планет (0,5 час.).

Важность проблемы обнаружения внесолнечных (экзо) планет для современной космологии и естествознания в целом. Методы обнаружения внесолнечных планет. Физические ограничения методов обнаружения. Обзор открытий внесолнечных планет. Характеристики открытых экзопланет.

Тема 9. Материалы СВЧ-радиофизики (0,5 час.).

Современные материалы СВЧ-радиофизики. Радиопоглощающие материалы, физические принципы синтеза материалов с заданными поглощающими и отражающими свойствами. Бета-материалы и их использование.

Тема 10. Электроника СВЧ и наноэлектроника (1 час.).

Современные проблемы электроники СВЧ. Методы исследования динамических характеристик электронных приборов. Методы исследования воздействия импульсных помех на электронные приборы. Процессы, происходящие в транзисторах, при воздействии сверхкоротких импульсов. Защита от импульсных помех сверхкороткой длительности.

Тема 11. Современные проблемы генерации, передачи и приёма электромагнитных колебаний (0,5 час.).

Современные требования к сигналам и устройствам, их порождающим. Понятие о сверхширокополосных сигналах. Физические принципы распространения и преобразования сверхширокополосных сигналов. Сверхширокополосные антенны. Импульсное возбуждение антенн. Особенности прохождения импульсных сигналов через различные среды.

Тема 12. Вопросы распространения электромагнитных волн (0,5 час.).

Современные задачи распространения электромагнитных волн и методы их

решения. Электромагнитные волны в нестационарных средах, в плазме. Распространение электромагнитных волн в городской застройке, в лесу. Проблемы медицинского применения электромагнитных волн. Особенности воздействия радиосигналов различных типов и частот на биологические организмы. Преобразование сигналов биологическими организмами, возможность использования этих эффектов для медицинских исследований.

Тема 13. Фрактальная радиофизика и современные методы обработки сигналов (0,5 час.).

Понятие фрактала. Фрактальные методы моделирования поверхностей объектов, в том числе подстилающих поверхностей, горных рельефов. Фрактальные свойства радиосигналов, в том числе речевых и телевизионных. Методы фрактальной обработки сигналов. Современные методы обработки речевых сигналов, изображений. Особенности обработки информации различного назначения, в том числе медицинской информации.

Тема 14. Биомедицинская радиофизика (0,5 час.).

Основные модели взаимодействия электромагнитного поля с живыми организмами. Прогноз поведения живой системы под воздействием электромагнитного поля. Эффекты воздействия полей. Проблемы электромагнитной безопасности радиопередающих устройств. Понятие электромагнитного загрязнения. Современные методы защиты от вредного воздействия электромагнитных полей.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (8 час., в том числе 8 час. с использованием методов активного обучения)

Занятие 1. Работа с материалами НТК (1 / 1 час.)

(метод активного обучения проект)

1. Ознакомиться с программами международной научно- технической конференции «Радиолокация. Навигация. Связь» (RLNC, г. Воронеж) за последние годы.
2. Выделить радиофизические направления и секции в тематике этой конференции.
3. По программе за последний год выделить спектр обсуждаемых проблем, находящихся на переднем крае радиофизики как науки.
4. По программам за несколько лет проследить изменение тематики.
5. Составить диаграммы использования различных методов и моделей в радиофизике: активных и пассивных методов; детерминированных, статистических и имитационных моделей.

Занятие 2. Постановка задачи исследования выбор путей и методов решения: радиоспектроскопии, радиооптики, радиоинтроскопии, дистанционного зондирования (1 / 1 час.)

(метод активного обучения проект)

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам выбранной области радиофизики: радиоспектроскопии (тема 3), радиооптики (тема 4) или радиоинтроскопии и дистанционного зондирования (тема 5).
2. По результатам поиска описать современное состояние области: достижения в решении очерченного круга задач и перечень проблем, над которыми в настоящее время работают радиофизики.
3. Выбрать одно из направлений внутри выбранной области и сформулировать постановку задачи для конкретного примера.
4. Указать пути решения задачи (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием выбора пути решения).
5. Указать возможные параметры решения и выбранных методов решения: точность (и другие количественные параметры решения), сходимость, устойчивость, вычислительные затраты методов.

Занятие 3. Постановка задачи исследования выбор путей и методов решения: наблюдательная и локационная астрономия, радиогравиметрия, радиопоиск внесолнечных планет (2 / 2 час.)

(метод активного обучения проект)

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам выбранной области радиофизики: наблюдательная и локационная астрономия (тема 6), радиогравиметрия (тема 7) или радиопоиск внесолнечных планет (тема 8).
2. По результатам поиска описать современное состояние области: достижения в решении очерченного круга задач и перечень проблем, над которыми

в настоящее время работают радиофизики. Выбрать одно из направлений внутри выбранной области и сформулировать постановку задачи для конкретного примера.

3. Указать пути решения задачи (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием выбора пути решения).

4. Указать возможные параметры решения и выбранных методов решения: точность (и другие количественные параметры решения), сходимость, устойчивость, вычислительные затраты методов.

Занятие 4. Постановка задачи исследования выбор путей и методов решения: материалы СВЧ-радиофизики, электроника СВЧ и наноэлектроника (2 / 2 час.)

(метод активного обучения проект)

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам выбранной области радиофизики: материалы СВЧ-радиофизики (тема 9) или электроника СВЧ и наноэлектроника (тема 10).

2. По результатам поиска описать современное состояние области: достижения в решении очерченного круга задач и перечень проблем, над которыми в настоящее время работают радиофизики.

3. Выбрать материал (или прибор) и кратко описать процессы, происходящие в нём. 4. Для выбранного материала (или прибора) сформулировать постановку задачи применения его в конкретных условиях.

4. Указать пути решения задачи (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием выбора пути решения) и методы экспериментального исследования характеристик материала (или прибора).

Занятие 5. Постановка задачи исследования выбор путей и методов решения: распространение электромагнитных волн, генерация, передача и приём электромагнитных колебаний (2 / 2 час.)

(метод активного обучения проект)

1. Провести информационный поиск с глубиной 10 лет по методам и проблемам выбранной области радиофизики: распространение электромагнитных волн (тема 12) или генерация, передача и приём электромагнитных колебаний (тема 11).

2. По результатам поиска описать современное состояние области: достижения в решении очерченного круга задач и перечень проблем, над которыми в настоящее время работают радиофизики.

3. Выбрать одно из направлений внутри выбранной области и сформулировать постановку задачи для конкретного примера.

4. Описать модель сигнала и его распространения (тема 12) или генерации и приёма (тема 11).

5. Указать пути решения задачи (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием выбора пути решения).

Занятие 6. Постановка задачи исследования выбор путей и методов решения: фрактальная радиофизика и современные методы обработки сигналов, биомедицинская радиофизика (2 / 2 час.)

(метод активного обучения проект. Провести информационный поиск с глубиной

10 лет по методам и проблемам выбранной области радиофизики: фрактальная радиофизика и современные методы обработки сигналов (тема 13) или биомедицинская радиофизика (тема 14).

1. По результатам поиска описать современное состояние области: достижения в решении очерченного круга задач и перечень проблем, над которыми в настоящее время работают радиофизики.

2. Выбрать одно из направлений внутри выбранной области и описать модель объекта или сигнала (или живого организма для темы 14) для конкретного примера.

3. Указать методы исследования фрактальных свойств (для темы 13) или эффектов взаимодействия (для темы 14), применимые к сформулированной модели (со ссылками на необходимые источники и с обоснованием).

4. Указать ограничения на применимость, недостатки существующих методов в выбранной области и допущения, которые делаются при формулировке и решении таких задач.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Современные проблемы радиофизики» представлено в приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

IV. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Шелухин, О.И. Самоподобие и фракталы. Телекоммуникационные приложения / О.И. Шелухин, А.В. Осин, С.М. Смольский. — М.: Физматлит, 2008. — 368 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2307

2. Червяков, Н.И. Применение искусственных нейронных сетей и системы остаточных классов в криптографии / Н.И. Червяков, А.А.

Евдокимов, А.И. Галушкин [и др.]. — М. : Физматлит, 2012. — 277 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5300

3. Котельников, В.А. Собрание трудов Том 2. Космическая радиофизика и радиоастрономия. — М.: Физматлит, 2009. — 394 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2211

Дополнительная литература

1. Моделирование оценки качества информационных систем / Исаев Г.Н. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 230 с.: 60х90 1/16 ISBN 978-5-16-103582-5 (online) - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/521640>

2. Физика. Основы электродинамики. Электромагнитные колебания и волны: Учебное пособие / Кузнецов С.И., - 4-е изд., испр. и доп. - М.:Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 231 с - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/424601>

3. Наумов К.П., Ушаков В.Н. Акустооптические сигнальные процессоры. - М.: Сайнс-Пресс, 2002. — 80 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:143&theme=FEFU> – 1 экз.

4. Кондратенков Г.С. Радиовидение в передней зоне обзора бортовой радиолокационной станции с синтезированной апертурой антенны / Г. С. Кондратенков, А.Ю. Фролов. Радиотехника. - №1 (2004). – с. 47-49. Режимдоступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:438322&theme=FEFU>

5. Кашкин В.Б. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифроваяобработка изображений: учебное пособие/В.Б. Кашкин, А.И. Сухинин. – М.: ЛОГОС, 2001. — 263 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:15824&theme=FEFU> – 5 экз.

Профессиональные базы данных и информационныесправочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>

2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>

3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>

4. Электронная библиотека диссертаций Российскойгосударственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>

5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>