

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сердитова Наталья Евгеньевна
Должность: проректор по образовательной деятельности
Дата подписания: 25.08.2025 16:35:17
Уникальный программный ключ:
6cb002877b2a1ea640fdebb0cc541e4e05322d13

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Е.В. Барабанова



«26» июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Распространение электромагнитных волн

Закреплена за кафедрой:	Прикладной физики
Направление подготовки:	03.03.03 Радиофизика
Направленность (профиль):	Материалы и устройства радиоэлектроники (беспилотные системы, программно-аппаратные комплексы, системы автоматизированного проектирования)
Квалификация:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Семестр:	8

Программу составил(и):

канд. физ.-мат. наук, доц., Третьяков С.А.

Тверь, 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

получение знаний в области распространения электромагнитных волн, описываются волновые процессы, а также процессы излучения и дифракции. Подробно рассматриваются особенности сред с точки зрения электродинамики и вопросы распространения электромагнитных волн в различных средах, проводниках, полупроводниках, диэлектриках, ионизированном газе, находящемся в магнитном поле Земли.

Задачи:

представление о распространении электромагнитных волн в анизотропных средах, в качестве которых используются искусственные диэлектрики и устройства с намагниченными ферритами. Дисциплина существенно развивает понимание студентами взаимодействие различных физических полей с электромагнитными волнами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.О

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Математический анализ

Аналитическая геометрия и линейная алгебра

Дифференциальные уравнения

Теория вероятностей и математическая статистика

Теория функций комплексного переменного

Электричество и магнетизм

Оптика

Радиоэлектроника

Беспроводные технологии передачи данных

Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Преддипломная практика

Физика кристаллов

Квантовая радиофизика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе:	
аудиторные занятия	52
самостоятельная работа	29
часов на контроль	27

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-1.1: Обладает базовыми знаниями в области физики и радиофизики

ОПК-1.2: Использует базовые знания в области физики и радиофизики в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности

ОПК-2.2: Проводит теоретическое изучение объектов, систем и процессов в рамках темы научного исследования

ОПК-3.1: Использует информационные технологии для поиска, систематизации и анализа данных в рамках поставленной задачи

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	8

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	Раздел 1. Лекции					
1.1	Электромагнитные свойства сред. Электромагнитные процессы в средах, восприимчивости и проницаемости сред, виды сред, анизотропия сред.	Лек	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5	
1.2	Поля на границах раздела сред, независимые граничные условия, характер изменения электромагнитного поля.	Лек	8	4		
1.3	Поглощение электроэнергии и действие источников. Закон Джоуля-Ленца. Уравнение баланса энергии. Поток вектора Пойнтинга	Лек	8	4		
1.4	Плоские однородные волны	Лек	8	4		
1.5	Характеристика и свойства радиоволн.	Лек	8	4		
1.6	Особенности распространения электромагнитных волн разных диапазонов.	Лек	8	6		
	Раздел 2. Практика					
2.1	Решение задач согласно темам лекций и активное слушание докладов.	Пр	8	26		
	Раздел 3. Самостоятельная работа.					
3.1	Подготовка в практическим занятиям и выступлениям с докладами.	Ср	8	29		
	Раздел 4. Экзамен					
4.1	Экзамен и промежуточная аттестация.	Экзамен	8	27		

Список образовательных технологий

1	Технологии развития критического мышления
2	Активное слушание
3	Проектная технология

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Практические задания

Вопросы, подлежащие изучению:

Строение атмосферы Земли, молекулярный и атомарный состав тропосферы, стратосферы, ионосферы. Источники ионизации атмосферы, слои ионосферы, их изменения в зависимости от времени суток, времени года, географической широты.

Физические явления, наблюдаемые при распространении радиоволн: отражение, рассеяние, поглощение, дифракция, рефракция, интерференция.

Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.

Физические явления, наблюдаемые при распространении радиоволн в ионизированном газе, находящемся в магнитном поле Земли.

Влияние тропосферы на распространение радиоволн УКВ диапазона и источников инфракрасного излучения.

Темы рефератов:

Системы космической связи.

Инфракрасные системы обнаружения и наблюдения.

Линии связи в инфракрасном диапазоне электромагнитных волн.

Радионавигационные системы.

Системы радиотелеуправления.

Современные системы мобильной связи.

Системы персонального радиовызова.

Системы подвижной спутниковой связи.

Системы беспроводных телефонов.

Волоконно-оптические системы связи.

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Задание:

1. Факторы, влияющие на распространение радиоволн

2. Линии связи в инфракрасном диапазоне электромагнитных волн.

3. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов

4. Особенности применения радиоволн диапазона СДВ.

Способ аттестации: устный

Критерии оценки:

- Тема актуальна и сформулирована грамотно – 1 балл;

- тема полностью раскрыта в докладе; корректно использован понятийный аппарат; логичность и ясность изложения – 2 балла;

- использованы публикации последних лет – 1 балл;

- определена позиция автора; предложен и аргументирован собственный взгляд на проблему – 1 балл;

Задание:

1. Поглощение электроэнергии и действие источников. Закон Джоуля-Ленца.
2. Физические процессы при распространении радиоволн: дифракция, рефракция, отражение, интерференция.
3. Роль диэлектрической проницаемости ϵ в теории магнитного поля выполняет

Способ аттестации: устный или письменный

Критерии оценки:

- Тема актуальна и сформулирована грамотно – 1 балл;
- тема полностью раскрыта в докладе; корректно использован понятийный аппарат; логичность и ясность изложения – 2 балла;
- использованы публикации последних лет – 1 балл;
- определена позиция автора; предложен и аргументирован собственный взгляд на проблему – 1 балл;

Задание:

Реферат на тему: Особенности распространение волн СВЧ диапазона в веществе

Способ аттестации: устный и письменный

Критерии оценки:

- Тема актуальна и сформулирована грамотно – 1 балл;
- тема полностью раскрыта в докладе; корректно использован понятийный аппарат; логичность и ясность изложения – 2 балла;
- использованы публикации последних лет – 1 балл;
- определена позиция автора; предложен и аргументирован собственный взгляд на проблему – 1 балл;

8.3. Требования к рейтинг-контролю

Оценка знаний студентов осуществляется по результатам успеваемости и оценивается по 100 – бальной системе.

Интегральная (рейтинговая) оценка знаний студентов осуществляется в баллах в комплексной форме с учетом:

- оценки по итогам текущего контроля (до 60 баллов). Семестр делится на два модуля.

В каждом модуле студент может набрать максимально по 30 баллов.

контрольные работы - 10 баллов

текущая работа - 20 баллов

- оценки итоговых знаний в ходе экзамена (до 40 баллов).

Критерии оценки качества знаний для итогового контроля

«отлично» - 85-100 баллов : теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.

«хорошо» -70-84 баллов : теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, предусмотренные программой обучения учебные задания частично выполнены.

«удовлетворительно» - 40 -69 баллов: теоретическое содержание курса освоено не полностью, с пробелами, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы частично, предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с ошибками.

«Неудовлетворительно» - Менее 40 баллов -теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

Шифр	Литература
Л1.1	Штыгашев, Пейсахович, Задачи по физике: электромагнетизм; электромагнитные волны; волновая и квантовая оптика; элементы квантовой физики и физики твердого тела; элементы ядерной физики, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2019, ISBN: 978-5-7782-3853-4, URL: https://znanium.com/catalog/document?id=397302
Л1.2	Ландау, Лифшиц, Теоретическая физика. Том 8. Электродинамика сплошных сред, Москва: Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2016, ISBN: 978-5-9221-1702-9, URL: https://znanium.com/catalog/document?id=369179
Л1.3	Григорьев А. Д., Направленные электромагнитные волны, Санкт-Петербург: Лань, 2024, ISBN: 978-5-507-48565-9, URL: https://e.lanbook.com/book/385814
Л1.4	Бочаров Е. И., Ланда А. Э., Распространение электромагнитных волн в линиях передачи СВЧ-диапазона, Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2022, ISBN: , URL: https://e.lanbook.com/book/279173
Л1.5	Грабко Г. И., Распространение электромагнитных волн в длинных линиях и волноводах, Чита: ЗабГУ, 2021, ISBN: 978-5-9293-2823-7, URL: https://e.lanbook.com/book/271760

9.3.1 Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader
3	Google Chrome
4	WinDjView
5	ABBYY Lingvo x5
6	OpenOffice
7	VLC media player

9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	БД Web of Science
2	БД Scopus
3	ЭБС «Лань»
4	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-28	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, экран настенный
3-25	комплект учебной мебели, компьютеры, осциллограф, принтеры, спектрометр, микроскоп, дифрактометр рентгеновский, электронно-оптический комплекс,

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Самостоятельная работа начинается до прихода студента на лекцию. Целесообразно использование «системы опережающего чтения», т.е. предварительного прочтения лекционного материала, содержащегося в учебниках и учебных пособиях, закладывающего базу для более глубокого восприятия лекции. Работа над лекционным материалом включает два основных этапа: конспектирование лекций и последующую работу над лекционным материалом. Под конспектированием подразумевают составление конспекта, т.е. краткого письменного изложения содержания чего-либо (устного выступления – речи, лекции, доклада и т.п. или письменного источника – документа, статьи, книги и т.п.).

Методика работы при конспектировании устных выступлений значительно отличается от методики работы при конспектировании письменных источников. Конспектируя письменные источники, студент имеет возможность неоднократно прочитать нужный отрывок текста, поразмыслить над ним, выделить основные мысли автора, кратко сформулировать их, а затем записать. При необходимости он может отметить и свое отношение к этой точке зрения. Слушая же лекцию, студент большую часть комплекса указанных выше работ должен откладывать на другое время, стремясь использовать каждую минуту на запись лекции, а не на ее осмысление – для этого уже не остается времени. Поэтому при конспектировании лекции рекомендуется на каждой странице отделять поля для последующих записей в дополнение к конспекту.

Записав лекцию или составив ее конспект, не следует оставлять работу над лекционным материалом до начала подготовки к зачету. Нужно проделать как можно раньше ту работу, которая сопровождает конспектирование письменных источников и которую не удалось сделать во время записи лекции: прочесть свои записи, расшифровав отдельные сокращения, проанализировать текст, установить логические связи между его элементами, выделить главные мысли, отметить вопросы, требующие дополнительной обработки, в частности, консультации преподавателя.

В процессе организации самостоятельной работы большое значение имеют консультации с преподавателем, в ходе которых можно решить многие проблемы изучаемого курса, уяснить сложные вопросы. Беседа студента и преподавателя может дать многое - это простой прием получения знаний. Самостоятельная работа носит сугубо индивидуальный характер, однако вполне возможно и коллективное осмысление проблем.

Методические рекомендации по подготовке к экзамену

Экзамен - важные этапы в учебном процессе, имеющие целью проверку знаний, выявление умений применять полученные знания к решению практических задач. Как подготовка к экзамену, так и сам экзамен - форма активизации и систематизации полученных знаний, их углубления и закрепления.

Для экзамена необходимо следующее: экзаменационные вопросы; материалы курса; ваши КР; ваши записи; ваш преподаватель; ваша учебная группа; учебные занятия.

Рекомендуем воспользоваться общими советами.

1. Используйте экзаменационные вопросы. Это даст Вам верное представление о том, что нужно ожидать на экзамене. Попрактикуйтесь в написании ответов на вопросы, стараясь уложиться в отведённое время, но при этом имейте под руками материалы курса, чтобы проверить Вашу память на относящиеся к делу идеи и концепции.

2. Используйте материалы курса. У Вас будут хорошие шансы сдать экзамен успешно, если Вы используете материалы курса в Ваших ответах на экзаменационные вопросы. Постарайтесь бегло просмотреть основные идеи курса, когда у Вас появится некоторое время для обдумывания.

3. Прибегните к помощи Вашего преподавателя и других студентов Вашей группы.

4. Используйте лекции и учебные занятия для подготовки к зачету и экзамену.