

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан
А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Распространение радиоволн и радиолокация

по направлению подготовки

03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки:
Радиофизика, электроника и информационные системы

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
М.Л. Громов

Председатель УМК
А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-3 Способен использовать современное оборудование для решения задач в области радиофизики и электроники..

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК 3.1 Понимает физические принципы действия приборов и устройств, предназначенных для решения профессиональных задач.

ИПК 3.2 Проводит радиофизические измерения с использованием современных средств измерения и контроля.

2. Задачи освоения дисциплины

– Научиться применять понятийный аппарат для деятельности в области радиолокации и распространении радиоволн в различных средах.

– Освоение студентами основ радиолокации и распространения радиоволн при различных условиях.

– Приобретение навыков необходимых для производственной, научно-исследовательской и проектной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Модуль «Радиоволновая томография».

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Восьмой семестр, зачет.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Методы математической физики», «Электродинамика», «Статистическая радиофизика», «Распространение электромагнитных волн».

6. Язык реализации

Русский.

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 30 ч.

-лабораторные: 60 ч.

в том числе практическая подготовка: 60 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение и постановка задачи

Введение и основные понятия. Классификация радиоволн по диапазону частот и способу распространения. Уравнения Максвелла, волновое уравнение, уравнение Гельмгольца. Распространение радиоволн в свободном пространстве, общие свойства

радиоволн. Решения уравнения Гельмгольца для свободного пространства. Поверхности равных амплитуд и равных фаз. Плоская, сферическая и цилиндрическая электромагнитные волны. Основные характеристики антенн.

Тема 2. Дифракция радиоволн

Постановка задачи дифракции на прямоугольном отверстии. Функция Грина для задачи дифракции на плоском экране. Приближение Кирхгофа. Принцип дополнительных экранов (принцип Бабинэ). Зоны Френеля, линза Френеля. Поле дифракции на полуплоскости.

Тема 3. Отражение и преломление радиоволн

Решение задачи отражения радиоволн от идеально проводящей поверхности. Зеркальный источник. Зоны Френеля при отражении, область существенная для отражения. Отражение и преломление плоских волн. Отражение и преломление волн горизонтальной и вертикальной поляризации, формулы Френеля, закон преломления Снеллиуса, преломление поверхности равных фаз и поверхности равных амплитуд.

Тема 4. Распространение радиоволн над поверхностью Земли

Поле излучателя с вертикальной или горизонтальной поляризацией излучения, поднятого над Землей. Учет интерференции прямой и отраженной волны при распространении радиоволн над Землей. Квадратичная формула Введенского. Интерференционный множитель. Учет сферичности поверхности Земли в интерференционных формулах, приведенные высоты. Поле вблизи плоской неидеально проводящей поверхности Земли. Граничные условия Леонтовича и Петровского-Фейнберга. Поле вертикального и горизонтального диполей над неидеально проводящей поверхностью Земли. Множитель ослабления. Распространение радиоволн вдоль неоднородной трассы, береговая рефракция. Распространение радиоволн над неровной поверхностью Земли, усиление препятствием.

Тема 5. Распространение радиоволн в атмосфере

Модель плавно неоднородной атмосферы. Сферически слоистая атмосфера. Рефракция радиоволн в атмосфере. Эквивалентный радиус Земли. Приведенный показатель преломления. Волновые уравнения для слоистонеоднородных сред. Метод геометрической оптики и ВКБ-приближение. Уравнение эйконала и переноса энергии излучения. Уравнение луча. Рефракция коротких волн в тропосфере и ионосфере Земли. Критическая частота.

Тема 6. Общие сведения о радиолокации

Основные задачи радиолокации. Диапазон частот, применяемый в радиолокации. Основные виды зондирующих сигналов. Информационные признаки радиолокационных сигналов. Области применения радиолокации, современные проблемы.

Тема 7. Дальность радиолокационного наблюдения

Законы отражения электромагнитных волн. Эффективная поверхность рассеяния и методы ее определения. ЭПР некоторых реальных объектов. Основные факторы, влияющие на дальность действия радиосистем. Влияние отражений от земли, зоны обнаружения (диаграмма видимости). Разрешающая способность по дальности и скорости. Функция неопределенности и принцип неопределенности. Функция неопределенности прямоугольного импульса. Основные методы измерения дальности. Обобщенная структурная схема импульсного дальномера. Пределы измерения, точность, разрешающая способность. Применение в импульсных дальномерах сигналов сложной формы.

Тема 8. Обзор пространства и измерение угловых координат

Последовательный одноканальный обзор. Виды равномерного последовательного обзора. Параллельный и комбинированный методы обзора. Программированный обзор. Использование антенных решеток. Потенциальная точность и угловая разрешающая способность.

Тема 9. Радиолокационные станции бокового обзора

Принципы построения РЛС бокового обзора и возможности РЛС БО в картографировании поверхности земли. РЛС БО с остронаправленными антеннами. РЛС БО с синтезированными антеннами (РСА). Фокусированные и нефокусированные антенны. Использование эффекта Доплера для построения РСА. Цифровые средства обработки сигналов в РСА. Современное состояние и основные направления развития радиолокации.

Темы лабораторных занятий:

1. Исследование явления интерференции при распространении радиоволн вдоль Земли.
2. Усиление поля за препятствием за счет использования пассивного переизлучателя.
3. Ослабление поля при распространении вдоль земной поверхности. Береговая рефракция.
4. Определение комплексной диэлектрической проницаемости материалов с помощью сверхширокополосного излучения.
5. Исследование технологии радара с синтезированной апертурой.
6. Радиолокация с использованием сигналов с линейной частотной модуляцией.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, написания рефератов по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в восьмом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов. Продолжительность зачета 1 час.

Первый вопрос в каждом билете сформулирован для проверки сформированности следующих компетенций/индикаторов компетенций: ПК-3.

Второй вопрос в каждом билете сформулирован для проверки сформированности следующих компетенций/индикаторов компетенций: ПК-3.

Результаты зачета определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», незачет – «неудовлетворительно».

Текущий контроль применяется для формулировки дополнительных вопросов по пропущенным темам.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=11627>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Методические указания по проведению лабораторных работ размещены по адресу - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=11627>.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Сколник М. И. Справочник по радиолокации. В 2-х книгах – М.: Техносфера, 2020. – 1352 с.

– Ширман Я.Д. Теоретические основы радиолокации. – М.: Книга по Требованию, 2020. – 560 с.

– Распространение радиоволн / Яковлев О.И., Якубов В.П., Урядов В.П., Павельев А.Г. – М.: Ленанд, 2019. – 496с.

б) дополнительная литература:

– Захаров А.И., Яковлев О.И., Смирнов В.М. Спутниковый мониторинг Земли. Радиолокационное зондирование поверхности. – М.: Ленанд, 2015. – 248 с.

– Методы исследования радиолокационных характеристик объектов /под ред. С.В. Ягольников / – М.: Радиотехника, 2012. – 296 с.

– Бакулев П. А. Радиолокационные системы. Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Радиотехника, 2007. – 376с.

– Власова К., Пахотин В., Бессонов В. Разрешающая способность в радиолокации. – Издательство LAP Lambert Academic Publishing, 2011. – 164 с.

– Электродинамика и распространение радиоволн / Баскаков С.И. – М.: Либроком, 2017.– 416с.

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы

– Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система.
<http://www.consultant.ru>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– пакет программного обеспечения PTC MathCad Education

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных*(при наличии)*:

– Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>

– Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) – <https://www.fedstat.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Освоение дисциплины обеспечено наличием учебной лаборатории. Учебная лаборатория (436) оборудована необходимыми установками и приборами для проведения лабораторных работ по дисциплине.

15. Информация о разработчиках

Клоков Андрей Владимирович, к. ф.-м. н., доцент кафедры радиофизики.