

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 23.09.2022 14:27:26
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Распространение электромагнитных волн

Направление подготовки
03.03.03 Радиоп физика

Программа подготовки
«Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств»

Для студентов 2 курса очной формы обучения

Составитель:
Самборский И.Г.

Тверь 2017

I. Аннотация

1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Распространение электромагнитных волн

2. Цель и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины являются основы 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 дисциплины - представление о распространении электромагнитных волн в анизотропных средах, в качестве которых используются искусственные диэлектрики и устройства с намагниченными ферритами. Дисциплина существенно развивает понимание студентами взаимодействия различных физических полей с электромагнитными волнами.

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части учебного плана

4. Объем дисциплины:

4 зачетных единиц, 144 академических часов, **в том числе**

контактная работа: лекции 19 часов, практические занятия 38 часов; **самостоятельная работа:** 87 часов.

По учебному плану 2014 года набора

Объем дисциплины:

3 зачетных единиц, 108 академических часов, **в том числе**

контактная работа: лекции 38 часов, практические занятия 19 часов; **самостоятельная работа:** 51 часов.

5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 способность понимать	Уметь: проводить исследования по прохождению электромагнитных волн в различных средах;

принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования	Знать: особенности распространения электромагнитных волн во всем диапазоне частот, в процессах отражения и прохождения их в средах с различными электрофизическими параметрами;
ПК-2 способность использовать основные методы радиофизических измерений	Уметь: использовать принципы распространения электромагнитных волн в работе радиоэлектронных приборов

По учебному плану 2014 года набора - ОПК-2

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2 способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОПК-2)	<p>Владеть: компьютерными программами для построения графиков, таблиц, анализа изображений, полученных с помощью микроскопа, навыками работы с литературой.</p> <p>Уметь: правильно производить нужные измерения, обрабатывать их с применением прикладных компьютерных программ, анализировать полученные результаты на основе теоретических знаний.</p> <p>Знать: основные экспериментальные методы исследования свойств магнетиков, физические принципы работы экспериментальных установок.</p>

6. Форма промежуточной аттестации

экзамен в 4 семестре

7. Язык преподавания русский.

II. Структура дисциплины

Учебная программа – наименование тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практические занятия	
1. Основные понятия и уравнения электромагнетизма.	16	2	4	10

<p>Явления электромагнетизма и электромагнитное поле. Основные уравнения Максвелла в дифференциальной, интегральной и координатной форме. Расхождения электрической и магнитной индукции. Строение электромагнитного поля.</p>				
<p>2. Электромагнитные свойства сред Электромагнитные процессы в средах, восприимчивости и проницаемости сред, виды сред, анизотропия сред, электропроводность, проводники и диэлектрики, сторонние силы. Поля на границах раздела сред, независимые граничные условия, характер изменения электромагнитного поля. Примеры применения граничных условий: Экранирующая граница, поле на границе двух диэлектриков.</p>	16	2	4	10
<p>3. Энергия электромагнитного поля Поглощение электроэнергии и действие источников. Закон Джоуля-Ленца. Уравнение баланса энергии. Поток вектора Пойнтинга</p>	16	2	4	10
<p>4. Электродинамика Система уравнений Максвелла. Источники поля. Уравнения второго порядка. Уравнения электродинамики в комплексной форме. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Процессы поляризации и намагничивания. Баланс энергии при гармонических колебаниях. Внутренняя задача электродинамики. Внешняя задача электродинамики.</p>	16	2	4	10
<p>5. Плоские однородные волны Одномерный электромагнитный процесс. Плоские гармонические волны при отсутствии поглощения. Строение волнового поля. Волны в поглощающих средах. Плоские однородные гармонические волны при поглощении. Волны в диэлектриках и проводниках. Поляризация электромагнитных волн. Распространение электромагнитных сигналов. Фазовая и групповая скорость. Дисперсия.</p>	15	2	4	9
<p>6. Электромагнитные волны на плоской границе двух сред Нормальное падение, согласование волновых сопротивлений, отражение от</p>	16	2	4	10

идеального проводника и реального проводника. Наклонное падение, законы Снеллиуса. Полное отражение от идеального проводника и диэлектрика, направляемые волны. Поверхностный эффект и поглощение в проводниках. Поверхностное сопротивление. Граничные условия Леонтовича.				
7. Характеристика и свойства радиоволн. Диапазоны радиоволн. Физические процессы при распространении радиоволн: дифракция, рефракция, отражение, интерференция. Искажение радиосигнала при распространении в диспергирующей среде.	16	2	4	10
8. Состав и строение атмосферы Земли. Тропосфера, стратосфера, ионосфера. Структура и свойства ионосферы. Физические основы распространения радиоволн: прямые, поверхностные и пространственные волны, рефракция радиоволн в тропосфере. Рассеяние радиоволн неоднородностями тропосферы, влияние рельефа и электрических неоднородностей земной поверхности. Влияние ионосферы на распространение радиоволн, гиромагнитный резонанс, критическая частота, максимально применимая и минимально применимая частота.	14	2	4	8
9. Особенности распространения электромагнитных волн разных диапазонов. Особенности распространения ЭМВ сверхдлинных, длинных, средних, коротких, ультракоротких волн и волн инфракрасного и оптического диапазонов и учет этих особенностей при проектировании различных систем связи, радиолокации и навигации.	19	3	6	10
ИТОГО	144	19	38	87

III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

- планы практических (семинарских) занятий,
- методические рекомендации
- практические задания
- итоговый контроль

- требования к рейтинг контролю

IV. Фонды оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Форма проведения промежуточного контроля: студенты, освоившие программу курса «Распространение электромагнитных волн» могут сдать экзамен по итогам рейтинговой аттестации согласно «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.). Максимальная сумма баллов, которые можно получить за семестр 100.

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то экзамен сдается согласно «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.).

Контроль сформированности компетенции осуществляется с помощью оценочных средств на основе критериев, которые разрабатываются с целью выявления соответствия этапов освоения компетенции планируемым результатам обучения (см. карту компетенций).

1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-1 "Способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования"

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Уметь: проводить исследования по прохождению электромагнитных волн в различных средах;	Факторы, влияющие на распространение радиоволн Линии связи в инфракрасном диапазоне электромагнитных волн.	<ul style="list-style-type: none">• 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;
Знать: особенности распространения электромагнитных волн во всем диапазоне частот, в процессах отражения и прохождения их в средах с различными электрофизическими параметрами;	Особенности распространения радиоволн различных диапазонов Особенности применения радиоволн диапазона СДВ.	<ul style="list-style-type: none">• Тема раскрыта с опорой на соответствующие понятия и теоретические положения – 4 балла• Аргументация на теоретическом уровне неполная, смысл ряда ключевых понятий не объяснен – 1 балл

		<ul style="list-style-type: none"> • Терминологический аппарат непосредственно не связан с раскрываемой темой – 0 баллов • Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 3 балла • Допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла – 2 балла • Допущены фактические и логические ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов
--	--	---

2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-2 "Способность использовать основные методы радиофизических измерений"

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
<p>Уметь: использовать принципы распространения электромагнитных волн в работе радиоэлектронных приборов</p>	<p>Поглощение электроэнергии и действие источников. Закон Джоуля-Ленца.</p> <p>Физические процессы при распространении радиоволн: дифракция, рефракция, отражение, интерференция.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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;

V. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Першин В.Т. Основы радиоэлектроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Т. Першин. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2006. — 399 с. — 985-06-1054-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20243.html>

б) дополнительная литература:

1. Романовский М.Н. Интегральные устройства радиоэлектроники. Часть 1. Основные структуры полупроводниковых интегральных схем [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.Н. Романовский. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 123 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13933.html>

VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

План практических занятий

1. Основные понятия и уравнения электромагнетизма.
2. Электромагнитные свойства сред
3. Энергия электромагнитного поля
4. Электродинамика
5. Плоские однородные волны
6. Электромагнитные волны на плоской границе двух сред
7. Характеристика и свойства радиоволн.
8. Состав и строение атмосферы Земли.
9. Особенности распространения электромагнитных волн разных диапазонов.

Методические рекомендации

Предметом оценки является подготовка студентов к занятиям, работа студентов на практических занятиях.

Оценки успеваемости студентов проходит в модульную неделю в соответствии с графиков учебного процесса.

Практические задания по демонстрации компетенций заключаются в устных или письменных ответах на поставленные преподавателем или составленным самими студентами вопросы (традиционные или в форме тестов). При этом оценивается обоснованность ответа, ясность и последовательность изложения мысли. Такая демонстрация компетенций проверяет уровень владения теоретическим и практическим материалом.

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.

Итоговый контроль проводится в форме экзамена, который включает письменные или устные ответы на теоретические вопросы.

Вопросы к экзамену:

Строение атмосферы Земли.

Назовите источники ионизации атмосферы Земли.
Что такое диссоциация?
Что такое радиационные пояса Земли?
Структура и свойства ионосферы.
Как влияет солнечная активность на состояние атмосферы Земли?
Что такое ионосферно-магнитная буря?
От чего зависит состав ионосферы?
Какие факторы влияют на распространение радиоволн?
Назовите возможные пути распространения радиоволн.
Какие физические явления наблюдаются при распространении радиоволн?
Что такое дифракция радиоволн?
Что называется рефракцией радиоволн?
Назовите виды рефракции радиоволн в атмосфере Земли.
Какое физическое явление определяет поглощение радиоволн?
Объясните изменение траектории радиоволны при распространении ее в ионосфере.
Какое влияние оказывает магнитное поле Земли на распространение радиоволн?
Какие физические явления наблюдаются при связи с космическими объектами?
Назовите особенности распространения коротких волн.
Какая частота называется критической?
Что означает термин МПЧ?
Что означает термин НПЧ?
Что такое “фединг”?
Какими физическими явлениями можно объяснить образование зон молчания на КВ?
Назовите особенности применения радиоволн диапазона СДВ.
Особенности распространения радиоволн диапазона ДВ.
Особенности распространения радиоволн диапазона СВ.
Дальность связи на УКВ.
Физические явления при поглощении УКВ в тропосфере.
Условия выбора диапазона рабочих частот для космической связи.
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.

Требования к рейтинг-контролю

Оценка знаний студентов осуществляется по результатам успеваемости и оценивается по 100 – бальной системе. Семестр делится на два модуля.

В каждом модуле студент может набрать максимально по 30 баллов. Для того чтобы студент был допущен к экзамену, ему нужно набрать не менее 20 баллов.

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

- оценки по итогам текущего контроля (до 60 баллов);
- оценки итоговых знаний в ходе экзамена (до 40 баллов).

Критерии оценки качества знаний для итогового контроля

5-ти балльная оценка/ балльно-рейтинговая оценка	Пояснение к оценке
«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», 50 -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 20-49 баллов	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы , все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

VIII. Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (по необходимости)

Процесс обучения включает аудиторные занятия путем проведения лекционных и семинарских занятий, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль полученных знаний, использование различных форм научно-исследовательской деятельности студентов, самостоятельную работу, а так же проведение итогового контроля.

IX. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных* помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лекционная аудитория № 227 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Проектор Panasonic PT-VW340ZE с проекционным экраном	Adobe Acrobat Reader DC – бесплатно Microsoft Windows 10

	2. Ноутбук (переносной) 3. Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест	Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. Google Chrome – бесплатно MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017
--	---	--

Помещения для самостоятельной работы:

Наименование помещений	Оснащенность помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс физико-технического факультета. Компьютерная лаборатория робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Компьютер RAMEC STORM C2D 4600/160Gb/ 256mB/DVD-RW +Монитор LG TFT 17" L1753S-SF – 12 шт 2. Мультимедийный комплект учебного класса (вариант № 2) Проектор Casio XJ-M140, настенный проекц. экран Lumien 180*180. ноутбук Dell N4050. сумка 15,6", мышь 3. Коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-portr DGS-1016D 4. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 5. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 6. Демонстрационное оборудование комплект «LegoMidstormsEV3» 7. Комплект учебной мебели	Adobe Acrobat Reader DC - бесплатно Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009 Google Chrome - бесплатно Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) - бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. Lazarus 1.4.0 - бесплатно Lego MINDSTORM EV3 - бесплатно Mathcad 15 M010 - Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011 MATLAB R2012b - Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012 Microsoft Express Studio 4 - бесплатно MiKTeX 2.9 - бесплатно MPICH 64-bit – бесплатно MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатно Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017

Х. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.	Раздел IV	Реквизиты «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» и «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.
2.	Раздел IX	Оснащенность аудиторного фонда для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов согласно «Справки МТО ООП ...»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.