

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Электродинамика и распространение радиоволн

Разработчик (и):

Волков М.А.
ФИО

доцент
должность

канд. физ.-мат. наук
ученая степень,

доцент
звание

Утверждено на заседании кафедры

РЭС и ТРО
наименование кафедры

протокол № 1 от 01.09.2022 года

Заведующий кафедрой РЭС и ТРО


подпись

Борисова Л.Ф.
ФИО

Пояснительная записка

Объем дисциплины 6 з. е.

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций ¹	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Соответствие Кодексу ПДНВ ²
<p>ОПК-1 Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики</p>	<p>ИД-1 ОПК-1 применяет основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики ИД-2 ОПК-1 исполняет основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики ИД-3 ОПК-1 обладает навыками применения основных законов математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики</p>	<p>Знать: - современные тенденции развития научных и прикладных достижений в области математической теории радиотехнических систем; - подходы использования современных методов для решения научных и практических задач; - принципы выбора методов и средств построения математической модели радиотехнических систем; - перечень программного обеспечения, которое может быть использовано в процессе моделирования реальных задач. Уметь: - применять методы математики к исследованию математической модели радиотехнической системы и оценки ее адекватности; - осуществлять концептуальный анализ при решении прикладных задач;</p>	<p>Таблица А-IV/2 Кодекса ПДНВ Передача и прием информации, используя подсистемы и оборудование ГМССБ, а также выполнение функциональных требований ГМССБ</p>
<p>ОПК-7 Способен применять фундаментальные основы теории моделирования как основного метода исследования и научно-обоснованного метода оценок характеристик сложных систем, используемого для принятия решений в различных сферах профессиональной деятельности</p>	<p>ИД-1 ОПК-7 использует основные принципы и основы теории моделирования как основного метода исследования и научно-обоснованного метода оценок характеристик сложных систем ИД-2 ОПК-7 осуществляет концептуальный анализ при решении прикладных задач с применением фундаментальных основ теории моделирования как основного метода исследования и научно-обоснованного метода оценок характеристик сложных систем ИД-3 ОПК-7 применяет навыки фундаментальных основ теории моделирования как</p>	<p>- использовать современные теории математики для решения научно-исследовательских и прикладных задач в области разработки радиотехнических систем; - применять знания, полученные на лекционных и практических занятиях, к составлению математических моделей радиосистем и в процессе моделирования различных характеристик этих систем - пользоваться накопленными математическими знаниями и практическими навыками при анализе радиосистем, используемых в различных отраслях народного хозяйства;</p>	<p>Таблица А-IV/2 Кодекса ПДНВ Передача и прием информации, используя подсистемы и оборудование ГМССБ, а также выполнение функциональных требований ГМССБ</p>

¹ Указываются индикаторы достижения компетенций, закрепленные за данной дисциплиной (модулем)

² Только для конвенционных специальностей (для остальных направлений подготовки/специальностей столбец удалить)

	основного метода исследования и научно-обоснованного метода оценок характеристик сложных систем	- решать задачи производственного характера с использованием математических методов Владеть:	
ПК-3 Способен осуществлять обнаружение, анализ и диагностику неисправностей	ИД-1 ПК-3 использует основные методы обнаружения, анализ и диагностику неисправностей ИД-2 ПК-3 осуществляет обнаружение, анализ и диагностику неисправностей ИД-3 ПК-3 применяет навыки обнаружения, анализа и диагностики неисправностей	- основами методологии научного и системного подхода при изучении предметной области, составлении математической модели и ее оценки; - методами исследования предметной области и составление модели на языке предметной области; - приемами оценки адекватности математической модели и всего процесса моделирования;	Таблица А-IV/2 Кодекса ПДНВ Передача и прием информации, используя подсистемы и оборудование ГМССБ, а также выполнение функциональных требований ГМССБ
ПК-12 Способен осуществлять поддержание в рабочем состоянии судовой радиоаппаратуры, исправности антенн и аккумуляторных батарей, аварийных установок и автоматических передатчиков сигналов бедствия, наличия установленных документов	ИД-1 ПК-12 использует основные правила поддержания в рабочем состоянии судовой радиоаппаратуры, исправности антенн и аккумуляторных батарей, аварийных установок и автоматических передатчиков сигналов бедствия, наличия установленных документов ИД-2 ПК-12 осуществляет поддержание в рабочем состоянии судовой радиоаппаратуры, исправности антенн и аккумуляторных батарей, аварийных установок и автоматических передатчиков сигналов бедствия, наличия установленных документов ИД-2 ПК-12 применяет навыки поддержания в рабочем состоянии судовой радиоаппаратуры, исправности антенн и аккумуляторных батарей, аварийных установок и автоматических передатчиков сигналов бедствия, наличия установленных документов	- навыками использования пакетов прикладных программ в обеспечении процесса моделирования.	Таблица А-IV/2 Кодекса ПДНВ Передача и прием информации, используя подсистемы и оборудование ГМССБ, а также выполнение функциональных требований ГМССБ

2. Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Элементы векторного анализа. Понятие электромагнитного поля. Виды сред. Электромагнитные свойства сред. Система уравнений электродинамики

в дифференциальной и интегральной формах. Закон сохранения заряда. Теорема Гаусса. Закон электромагнитной индукции.

Тема 2. Граничные условия для векторов электромагнитного поля на границе раздела двух сред. Граничные условия для идеального проводника. Энергия электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга. Уравнения Максвелла для монохроматического поля сторонние токи и сторонние заряды. Волновые уравнения.

Тема 3. Электродинамические потенциалы. Вектор Герца. Плоские волны. Распространение плоских волн в средах с потерями. Фазовая и групповая скорости, волновое число и постоянная затухания плоских волн. Волны в проводнике. Скин слой.

Тема 4. Поляризация электромагнитных волн. Стоячие волны. Распространение волн в плазме. Волновые явления на границе раздела двух сред. Формула Френеля для плоских электромагнитных волн с вертикальной и горизонтальной поляризацией. Явление полного преломления и полного отражения.

Тема 5. Излучение элементарных источников. Элементарный электрический. Вибратор (диполь) Герца. Поле излучения элементарного электрического вибратора. Мощность и сопротивление излучения. Принцип перестановочной двойственности. Элементарный магнитный вибратор. Диаграмма направленности излучателя. Мощность излучения. Элементарный щелевой излучатель. Принцип эквивалентности. Элемент Гюйгенса. Лемма Лоренца.

Тема 6. Распространение волн в неоднородных средах. Уравнение эйконала. Геометрическая оптика слоисто-неоднородной среды. Распространение волн у поверхности Земли. Траектории радиоволн в ионосфере.

Тема 7. Направляемые волны. Связь между продольными и поперечными составляющими полей в однородной направляемой системе. Критическая частота. Длина волны в направляющей системе. Поперечные ТЕМ волны. Электрические E и магнитные H типы волн в направляющих системах. Концепция парциальных волн Бриллюэна. Групповая и фазовая скорости волн в направляющих системах. Мощность, переносимая электромагнитной волной по линии передачи.

Тема 8. Прямоугольный волновод. Структура электромагнитного поля волны H_{10} в прямоугольном волноводе. Вырожденные волны. Круглый волновод. Структура волны E_{01} в круглом волноводе. Основные типы волн в прямоугольном и круглом волноводах. Токи на стенках волноводов. Волны в коаксиальной линии.

Тема 9. Передача электромагнитной энергии по направляемым системам. Предельная и допустимая мощности. Коэффициент затухания. Передача энергии по прямоугольному волноводу. Затухание электрических и магнитных волн. Передача энергии по круглому волноводу. Передача энергии по коаксиальной линии. Объемные резонаторы. Добротность резонаторов. Классификация колебаний в объемных резонаторах.

Тема 10. Прямоугольный резонатор. Коаксиальный резонатор. Добротность коаксиального резонатора. Цилиндрический резонатор. Элементы линий передач. Диафрагмы. Отверстия связи. Направленные ответвители. Атенюаторы. Возбуждение электромагнитных колебаний в направляемых системах. Возбуждение штырем и рамкой с током.

Тема 11. Поверхностные волны и замедляющие системы. Ферритовые устройства СВЧ. Распространение волн в ферритах. Эффекты Фарадея и Коттон-Мутона. Вентили. Циркуляторы, использующие эффект Фарадея.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические указания к выполнению лабораторных/практических/контрольных работ (выбрать) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным

программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература

1. Мандель А.Е. Распространение радиоволн [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Е Мандель, В.А. Замотринский. — Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 163 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13969.html>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Д.Ю. Муромцев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012.— 200 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63924.html>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Яковлев О. И. Распространение радиоволн / О.И. Яковлев, В.П. Якубов. - Учебник. М.: ЛЕНИЗДАТ, 2009.

Дополнительная литература

1. Фальковский О. И. Техническая электродинамика : учебник для вузов / О.И. Фальковский. - Изд. 2-е, стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2009. - 429, [1] с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 423-424. - ISBN 978-5-8114-0980-8 : 389-40; 405-79.

2. Боков Л.А. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Л.А. Боков, В.А Замотринский, А.Е Мандель. — Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013.— 410 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72050.html>.— ЭБС «IPRbooks».

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1) Электронно-библиотечная система «Издательство Лань»

Доступ к базе данных осуществляется с любого ПК посредством сети Интернет, после регистрации в системе <http://e.lanbook.com/> с компьютеров МГТУ, подключенных к сети.

2) Электронно-библиотечная система «IPRbooks».

Условия доступа: из локальной сети МГТУ, а так же удаленный доступ посредством сети Интернет (после регистрации на сайте ЭБС с ПК университета).

<http://iprbookshop.ru>

3) Электронно-библиотечная система «Рыбохозяйственное образование»

Доступ осуществляется по логину и паролю, логин и пароль доступа находятся на общем абонементе (207 "В"). <http://lib.klgtu.ru/jirbis2/>

4) Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн"

Условия доступа: из локальной сети МГТУ, а так же удаленный доступ посредством сети Интернет (после регистрации на сайте ЭБС с ПК университета) <http://biblioclub.ru/>

5) Электронная библиотечная система «Консультант студента»

Доступ с ПК университета (по внешнему IP-адресу МГТУ); с любого ПК (удаленный доступ) посредством сети Интернет (при регистрации на сайте с ПК вуза).

<http://www.studentlibrary.ru/>

б) Электронно-библиотечная система ЭБС «Троицкий мост»

Доступ осуществляется с ПК университета (по внешнему IP-адресу МГТУ); с любого ПК (удаленный доступ) посредством сети Интернет (при регистрации на сайте с ПК вуза).

<http://www.trmost.com/tm-main.shtml?lib>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1) Операционная система WindowsXP ProfessionalRussianAcademicOPEN, лицензия № 44335756 от 29.07. 08;

2) Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.09;

3) Программный пакет MathWorks MATLAB 2009 /2010 (сетевая версия) License Number 619865 от 11.12.2009 (договор 32/356 от 10 декабря 2009г.)

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- Учебный корпус по адресу 183010, Мурманская область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2, 512 В;

- Лаборатория электродинамики и распространения радиоволн;

- Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации.

Количество столов – 12;

Количество стульев – 24;

Посадочных мест – 24;

Доска аудиторная – 1;

Комплект для проведения лабораторных работ по электродинамике: «Поляризация плоских волн» - 1 шт.,

Комплект для проведения лабораторных работ по электродинамике «Отражение плоских волн», - 1 шт.,

Комплект для проведения лабораторных работ по электродинамике «Электромагнитные поля в волноводах», - 1 шт.,

Комплект для проведения лабораторных работ по электродинамике «Излучение элементарных источников» - 1 шт.,

Комплект для проведения лабораторных работ по электродинамике «Электромагнитные волны в анизотропных средах» - 1 шт.,

Учебные макеты антенн - 4 шт.,

Учебный макет генератора Г4-76А, - 1 шт.,

Учебный макет Измерительного приемника RFT SMV 8.5 - 1 шт.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	3	4							/2	5	6	
Лекции	20	20							6	6		
Практические занятия												
Лабораторные работы	16	16							6		6	
Самостоятельная работа	36	36							96	30	57	
Подготовка к промежуточной аттестации		72									9	
Всего часов по дисциплине	72	144							108	36	72	
/ из них в форме практической подготовки												

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен		+									+	
Зачет /зачет с оценкой	+											
Курсовая работа (проект)												
Количество расчетно-графических работ	1	1									1	
Количество контрольных работ												
Количество рефератов												
Количество эссе												

Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	2
	Очная форма
1.	Поляризация плоских волн
2.	Отражение и преломление плоских волн
3.	Излучение элементарных источников

4.	Волноводы. Электромагнитные поля в волноводах
5.	Электромагнитные волны в анизотропных средах
	Заочная форма
1.	Поляризация плоских волн
2.	Отражение и преломление плоских волн
3.	Излучение элементарных источников
4.	Волноводы. Электромагнитные поля в волноводах
5.	Электромагнитные волны в анизотропных средах