

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.11 Распространение электромагнитных волн и работа радиолиний»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(код и наименование направления подготовки)

Электронные средства телекоммуникаций
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.11 Распространение электромагнитных волн и работа радиолиний» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники
наименование кафедры

протокол № 6 от "14" 04 2023 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники
наименование кафедры  подпись О.В. Худорожков расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент кафедры ПЭиИИТ
должность

А.С. Лелюхин

 подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи  личная подпись расшифровка подписи О.В. Худорожков
код наименование

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

 личная подпись Н.Н. Бигалиева расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству ИЭС

 личная подпись С.А. Сильвашко расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Лелюхин А.С., 2023
© ОГУ, 2023

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины: освоения дисциплины: формирование компетентного специалиста в области инфокоммуникационных технологий и систем связи, владеющего современными методами решения задач анализа и расчета характеристик радиолиний.

Задачи: развитие у обучающихся практических навыков в применении теории электромагнитных полей и волн для описания простейших структур изучения электромагнитных волн; умения адекватно выбирать методы расчета, в зависимости от характера исходных данных и требуемой точности расчета; способности применять современные средства автоматизации проектирования.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.8 Математика, Б1.Д.Б.11 Физика, Б1.Д.Б.22 Техническая электродинамика, Б1.Д.Б.25 Случайные процессы в электронных устройствах*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.10 Антенно-фидерные устройства и техника высоких частот, Б1.Д.В.12 Приемопередающие устройства, Б1.Д.В.Э.1.1 Телевидение, Б1.Д.В.Э.1.2 Средства и стандарты телевидения, Б1.Д.В.Э.2.1 Радиовещание, Б1.Д.В.Э.2.2 Средства и стандарты радиовещания, Б1.Д.В.Э.3.1 Сотовая связь, Б1.Д.В.Э.3.2 Мобильные радиосистемы, Б1.Д.В.Э.4.1 Оптоволоконная связь, Б1.Д.В.Э.4.2 Средства передачи информации в оптическом диапазоне*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	ПК*-1-В-35 Знает математические и физические основы распространения электромагнитных волн и работы радиолиний ПК*-1-В-36 Владеет базовыми навыками решения задач анализа и расчета характеристик радиолиний	Знать: - математические и физические основы распространения электромагнитных волн и работы радиолиний Владеть: - базовыми навыками решения задач анализа и расчета характеристик радиолиний

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоёмкость, академических часов	
	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	180	180
Контактная работа:	50,25	50,25
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	129,75	129,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие вопросы распространения радиоволн. Поле излучателя в свободном пространстве. Дифракция радиоволн на плоских экранах.	26	2	2	2	20
2	Распространение радиоволн вблизи поверхности Земли.	28	4	2	2	20
3	Структура атмосферы Земли. Ионосфера и ее влияние на распространение радиоволн.	32	4	4	4	20
4	Тропосфера и ее влияние на распространение радиоволн.	32	4	4	4	20
5	Особенности распространения радиоволн на космических радиоперелиниях.	26	2	2	2	20
6	Особенности распространения радиоволн в различных диапазонах.	36	2	2	2	30
	Итого:	180	18	16	16	130
	Всего:	180	18	16	16	130

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1 Общие вопросы распространения радиоволн. Поле излучателя в свободном пространстве. Дифракция радиоволн на плоских экранах. Общие вопросы распространения радиоволн. Поле излучателя в свободном пространстве. Уравнение идеальной радиопередачи. Напряженность электрического поля в свободном пространстве. Область пространства, существенная для распространения радиоволн, зоны Френеля. Дифракция радиоволн на плоских экранах.

№ 2 Распространение радиоволн вблизи поверхности Земли. Параметры реальных сред, образующих поверхность Земли. Влияние земной поверхности на распространение радиоволн. Расстояние прямой видимости. Классификация моделей радиотрасс, проходящих вблизи поверхности Земли для антенн, поднятых над поверхностью Земли. Поле излучателя, поднятого над плоской землей, интерференционный множитель. Анализ зависимости напряженности электрического поля от угла наблюдения, высот антенн и протяженности радиоперелинии. Формула Введенского. Учет сферичности Земли. Приведенные высоты. Рассеяние радиоволн шероховатыми

поверхностями. Поле электрического вибратора, расположенного вблизи поверхности Земли. О расчете поля в зонах полу тени и тени. Поле в непосредственной близости о поверхности Земли и в Земле. Расчет радиолиний вблизи поверхности Земли. Учет отражения от Земной поверхности.

№ 3 Структура атмосферы Земли. Ионосфера и ее влияние на распространение радиоволн. Строение ионосферы и источники ионизации. Понятие простого слоя. Диэлектрическая проницаемость ионосферы без учета влияния магнитного поля Земли. Поглощения радиоволн в ионосфере. Фазовая и групповая скорости в ионосфере. Отражение и преломление радиоволн в ионосфере. Условие отражения от ионосферы. Определение траектории волны. Вертикальное и наклонное падение радиоволн на ионосферу, закон секанса. Скачковый способ распространения радиоволн. Данные экспериментальных исследований ионосферы. Метод вертикального зондирования. Расчет линий коротковолнового диапазона. Замирания сигнала в точке приема. Принципы планирования коротковолновой связи. Влияние магнитного поля Земли на электродинамические параметры ионосферы. Тензор диэлектрической проницаемости. Продольное и поперечное распространение радиоволн ионосфере. Эффект Фарадея, обыкновенные и необыкновенные радиоволны.

№ 4 Тропосфера и ее влияние на распространение радиоволн. Влияние тропосферы на распространение радиоволн. Строение тропосферы. Диэлектрическая проницаемость. Понятие нормальной тропосферы. Рефракция радиоволн в тропосфере. Эквивалентный радиус Земли. Рассеяние радиоволн на неоднородностях тропосферы. Поглощение радиоволн в тропосфере. Влияние гидрометеоров на распространение радиоволн. Особенности распространения оптического излучения. Расчет радиолиний вблизи поверхности Земли с учетом рефракции и поглощения в тропосфере.

№ 5 Особенности распространения радиоволн на космических радиолиниях. Особенности РРВ на космических радиолиниях. Выбор частотного диапазона. Характеристики межпланетной среды в Солнечной системе. Влияние тропосферы и ионосферы на работу космических радиолиний.

№ 6 Особенности распространения радиоволн в различных диапазонах. Распределение электромагнитных волн по диапазонам. Диапазонные особенности РРВ: длинных и средних волн,

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Распространение радиоволн в свободном пространстве.	2
2	2	Зоны Френеля. Существенная зона распространения радиоволн.	2
3	3	Распространение радиоволн вблизи поверхности Земли.	4
4	4	Распространение радиоволн в тропосфере.	4
5	5, 6	Распространение радиоволн в ионосфере.	4
		Итого:	16

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Методика расчета параметров радиолиний в свободном пространстве. Методика расчета параметров радиолинии при наличии простых препятствий.	2
2	2	Методика расчета напряженности электрического поля для радиолинии вблизи Земной поверхности для поднятых антенн. Построение диаграммы направленности антенны вблизи поверхности Земли без учета влияния тропосферы.	2
3	3	Методика расчета напряженности электрического поля для радиолинии вблизи Земной поверхности с учетом сферичности Земли. Формула Введенского. Критерий Релея. Без учета	4

		влияния тропосферы.	
4	4	Виды рефракции в тропосфере. Применение математической модели эквивалентной Земли для расчета параметров радиолинии вблизи земной поверхности. Виды потерь в тропосфере. Методика расчета потерь на радиолинии в тропосфере.	4
5	5, 6	Расчет основных параметров ионосферы. Расчет радиолинии декаметрового диапазона с отражением от ионосферы.	4
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

5.1.1 Сомов, А. М. Распространение радиоволн и антенны спутниковых систем связи [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности "Информационная безопасность телекоммуникационных систем" / А. М. Сомов. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2018. - 456 с. : ил. - Библиогр.: с. 449-452. - ISBN 978-5-9912-0416-3.

5.1.2 Петров, Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : учеб. для вузов / Б. М. Петров.- 2-е изд., испр. - М. : Горячая линия-Телеком, 2003. - 558 с. : ил. - Библиогр.: с. 547-553. - ISBN 5-93517-073-6.

5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Ключев, С. Б. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : компьютеризированный курс: учебное пособие / С. Б. Ключев, Е. И. Нефедов. - Москва : КУРС, 2017. - 464 с. : ил. - Библиогр.: с. 447-454. - ISBN 978-5-978-5-906818-99-7

5.2.2 Расовский, М. Р. Электродинамика [Текст] : учеб. пособие для вузов / М. Р. Расовский, В. Н. Степанов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2008. - 132 с. - Библиогр.: с. 132. - ISBN 978-5-7410-0742-6.

5.2.3 Петрушанский, М. Г. Электронные приборы СВЧ [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств / М. Г. Петрушанский; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.02 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2017. - 106 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-1838-5. Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/45388_20170630.pdf - ISBN 978-5-7410-1838-5.

5.3 Периодические издания

5.3.1 Журнал «Известия высших учебных заведений. Радиотехника»;

5.3.2 Журнал «Радиотехника и электроника»;

5.3.3 Журнал «Радиотехника».

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 <http://window.edu.ru/window/catalog>: Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

5.4.2 <https://universarium.org/catalog.ru/> Он-лайн платформа: «Универсариум», Курсы, MOOK.

5.4.3 <http://www.edu.ru/> Федеральный портал «Российское образование»

5.4.4 <http://www.orenport.ru/> Региональный портал образовательного сообщества Оренбуржья

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

5.5.1 Операционная система Microsoft Windows.

5.5.2 Open Office - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

5.5.3 Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0 - English.

5.5.4 Консультант Плюс [Электронный ресурс] : электронное периодическое издание справочная правовая система / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2016]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1!\CONSULT\cons.exe>.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория, оснащенная персональными компьютерами с комплектом программного обеспечения в соответствии с п. 5.5.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.