

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

Декан электроэнергетического факультета

Вакулюк В.М.

(подпись, расшифровка подписи)

"24" апреля 2015 г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.В.ОД.11 Электродинамика и распространение радиоволн»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и наноэлектроника  
(код и наименование направления подготовки)

Промышленная электроника

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Оренбург 2015

**Рабочая программа дисциплины «Б.1.В.ОД.11 Электродинамика и распространение радиоволн» /сост.**

**А.С. Лелюхин - Оренбург: ОГУ, 2015**

Рабочая программа предназначена студентам очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

## Содержание

1 Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3 Требования к результатам обучения по дисциплине .....	4
4 Структура и содержание дисциплины .....	5
4.1 Структура дисциплины .....	5
4.2 Содержание разделов дисциплины .....	6
4.3 Лабораторные работы .....	7
5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	7
5.1 Основная литература .....	7
5.2 Дополнительная литература .....	7
5.3 Периодические издания .....	7
5.4 Интернет-ресурсы .....	7
5.5 Методические указания к лабораторным занятиям .....	8
5.6 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий .....	8
6 Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	8
Лист согласования рабочей программы дисциплины .....	9
Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины .....	
Приложения:	
Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	
Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины: формирование компетентного специалиста в области промышленной электроники, владеющего современными методами теории электромагнитного поля и способного самостоятельно ставить и решать физически обоснованные задачи анализа и расчета СВЧ электронных средств и условий распространения радиоволн.

**Задачи:** развитие у студента практических навыков в применении теории электромагнитных полей и волн для описания пассивных линейных устройств антенно-фидерных трактов радиотехнических систем и линий связи; 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 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.5 Математика, Б.1.Б.6 Физика, Б.1.Б.11 Теория цепей и сигналов, Б.1.Б.13 Физические основы электроники, Б.1.Б.14 Метрология, стандартизация и технические измерения*

Требования к входным результатам обучения, необходимым для освоения дисциплины

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	Компетенции
<p><b>Знать:</b> физические основы механики, молекулярной физики и термодинамики, природу колебаний и волн, основы теории электричества и магнетизма, базовые понятия волновой оптики, атомной и ядерной физики; основные понятия, явления и законы классической и современной физики; фундаментальные константы физики; методы теоретических и экспериментальных исследований в физике; теорию погрешностей и методику обработки результатов эксперимента.</p> <p><b>Уметь:</b> применять физические законы для решения типовых профессиональных задач; оценивать и прогнозировать результаты исследований; пользоваться таблицами и справочниками; ориентироваться в потоке научно-технической информации; пользоваться научно-технической литературой, современной электроизмерительной аппаратурой и методами научного исследования.</p> <p><b>Владеть:</b> дифференциальным и интегральным исчислением; методами построения математических и физических моделей при решении практических задач; навыками постановки задач для проведения физического эксперимента; проведения физических измерений и экспериментов, а также математической обработки их результатов.</p>	ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ДВ.6.1 Приемопередающие устройства, Б.1.В.ДВ.6.2 Системы передачи информации*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<b>Знать:</b> основы теории электромагнитного поля; условия возбуждения и источники электромагнитных волн; особенности распространения радиоволн в различных средах. <b>Уметь:</b> проводить анализ параметров и характеристик электромагнитных излучателей, условий распространения радиоволн. <b>Владеть:</b> навыками расчета параметров радиотрасс.	ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей
<b>Знать:</b> основы теории вероятности и математической статистики, закономерности в распределении случайных величин; основные этапы и алгоритмы планирования эксперимента. <b>Уметь:</b> провести статистическую обработку выборочных результатов измерений; применять на практике основные статистические критерии. <b>Владеть:</b> основными алгоритмами проведения оперативного контроля за достоверностью выполняемых измерений, методикой проведения планирования эксперимента; практическими навыками обработки результатов исследования.	ОПК-5 способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>53,25</b>	<b>53,25</b>
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b> - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям.	<b>126,75</b>	<b>126,75</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Базовые математические понятия теории электромагнитного поля.	16	2	0	0	14
2	Исходные понятия и уравнения теории электромагнетизма.	16	2	0	0	14
3	Плоские электромагнитные волны, поляризация электромагнитной волны.	20	2	0	4	14
4	Отражение и преломление плоской волны на границе раздела двух сред.	20	2	0	4	14

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
5	Элементарные излучатели радиоволн.	20	2	0	4	14
6	Распространение радиоволн в свободном пространстве.	20	2	0	4	14
7	Зоны Френеля. Существенная зона распространения радиоволны.	22	2	0	6	14
8	Распространение радиоволн вблизи поверхности Земли.	22	2	0	6	14
9	Распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере.	22	2	0	6	16
	Итого:	180	18		34	128
	Всего:	180	18		34	128

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

- №1. **Базовые математические понятия теории электромагнитного поля** Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Векторы. Матрицы. Определители. Квадратичные формы. Тензоры. Векторные дифференциальные операторы. Дельта-функция Дирака. Функции комплексного переменного. Ряд и интеграл Фурье.
- №2. **Исходные понятия и уравнения теории электромагнетизма** Уравнения Максвелла и материальные уравнения. Уравнения Максвелла и основные законы электромагнетизма. Закон сохранения заряда. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Закон Кулона. Закон Гаусса. Закон Био-Савара-Лапласа (в интегральной форме). Первый закон Кирхгофа. Второй закон Кирхгофа. Уравнения Максвелла в симметричной форме. Граничные условия для электромагнитного поля: тангенциальные компоненты поля; нормальные компоненты поля; Вектор и теорема Пойнтинга. Накопление энергии в конденсаторе. Тепловые потери в проводнике. Теорема единственности решения уравнений Максвелла .
- №3. **Плоские электромагнитные волны, поляризация электромагнитной волны** Векторы поля  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$  в плоской волне, коэффициент фазы, фазовая скорость, коэффициент распространения, фазовый фронт, дисперсия фазовой скорости, коэффициент затухания и характеристическое сопротивление среды, виды поляризации, коэффициент эллиптичности.
- №4. **Отражение и преломление плоской волны на границе раздела двух сред** Граничные условия для векторов поля, коэффициент отражения, коэффициент преломления.
- №5. **Элементарные излучатели радиоволн** Поле в ближней зоне, поле в дальней зоне, элементарные электрический и магнитный излучатели, элемент Гюйгенса, характеристики направленности и диаграмма направленности.
- №6. **Распространение радиоволн в свободном пространстве** Структурная схема радиолинии, КНД антенны, эффективная поверхность и действующая длина антенны, КСВ, погонное затухание кабеля.
- №7. **Зоны Френеля. Существенная зона распространения радиоволны** Принцип Гюйгенса-Френеля, существенная и минимальная области пространства при распространении радиоволны, радиотрассы.
- №8. **Распространение радиоволн вблизи поверхности Земли** Электрические свойства земной поверхности, коэффициент отражения, угол скольжения радиоволны, угол Брюстера, коэффициент направленного действия антенны.
- №9. **Распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере** Земная атмосфера, электрические свойства тропосферы, электрические свойства ионосферы, «нормальная» тропосфера, плоскостойкая модель тропосферы, рефракция радиоволн, ионосферные слои и их деление, параболическая модель ионосферного слоя, максимальная частота отражения., критическая частота слоя, траектория радиоволн в ионосфере.

### 4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	3	Плоские электромагнитные волны.	2
2	3	Поляризация электромагнитной волны.	4
3	4	Отражение и преломление плоской волны при нормальном падении.	4
4	5	Элементарные излучатели радиоволн.	4
5	6	Распространение радиоволн в свободном пространстве.	4
6	7	Зоны Френеля. Существенная зона распространения радиоволны.	4
7	8	Распространение радиоволн вблизи поверхности Земли.	4
8	9	Распространение радиоволн в тропосфере.	4
9	9	Распространение радиоволн в ионосфере.	4
		Итого:	34

### 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 5.1 Основная литература

1. Фальковский, О. И. Техническая электродинамика [Текст] : учебник / О. И. Фальковский. - 2-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2009. - 432 с. - Прил.: с. 415-422. - Библиогр.: с. 423-424. - ISBN 978-5-8114-0980-8.
2. Электродинамика и распространение радиоволн [ Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.А. Кураев, Т.Л. Попкова, А.К. Сеницын. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 424 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=367972>

#### 5.2 Дополнительная литература

1. Петров, Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн : 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.
2. Пименов Ю.В., Вольман В.И., Муравцов А.Д. Техническая электродинамика: Уч. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2002.-536 с.
3. Григорьев А. Д. Электродинамика и микроволновая техника: Учебное пособие. 2-е изд. СПб.: Издательство: Лань, 2010.
4. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Сов. Радио, 1979.- 374 с.

#### 5.3 Периодические издания

1. - Журнал «Известия высших учебных заведений. Приборостроение»;
2. - Журнал «Радиотехника и электроника»;
3. - Журнал «Радиотехника»;
4. - Журнал « Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника».

#### 5.4 Интернет-ресурсы

№	Интернет-ресурс	Краткое описание
1	<a href="http://mipt.ru/">http://mipt.ru/</a>	Сайт Московского физико-технического института (государственный университет)
2	<a href="http://www.msu.ru">http://www.msu.ru</a>	Сайт Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова

3	<a href="http://www.edu.ru/">http://www.edu.ru/</a>	Федеральный портал «Российское образование»
4	<a href="http://www.orenport.ru/">http://www.orenport.ru/</a>	Региональный портал образовательного сообщества Оренбуржья

### **5.5 Методические указания к лабораторным занятиям**

1. Евдокимов Ю.К., Линдваль В.Р., Щербаков Г.И. LabVIEW в научных исследованиях.- М.: ДМК Пресс, 2012.- 400 с.
2. Григорьев А.Д., Янкевич В.Б. Электродинамика: Лабораторный практикум. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2007. 80 с.

### **5.6 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

1. Система математического моделирования MathCAD, версия 14.
2. Среда графического программирования LabVIEW: свободно распространяемая лицензия для студентов, для домашнего изучения, доступ: <https://decibel.ni.com/content/docs/DOC-30610> (рекомендована для выполнения СРС).

### **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Для проведения лекционных занятий используется мультимедиа - аудитория.
2. Для проведения лабораторного практикума предназначена специализированная лаборатория – технической электродинамики и компьютерный класс.
3. Лабораторные работы № 1 - 8 выполняются в среде графического программирования LabVIEW.

# ЛИСТ

## согласования рабочей программы

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника  
код и наименование

Профиль: Промышленная электроника

Дисциплина: Б.1.В.ОД.11 Электродинамика и распространение радиоволн

Форма обучения: очная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Год набора 2015

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры  
Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники  
наименование кафедры

протокол № 9 от "26" 04 2015г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой  
Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

<u>наименование кафедры</u>		<u>Худорожков О.В.</u>	<u>расшифровка подписи</u>	<u>дата</u>	
<u>Исполнители:</u>					
<u>Доцент</u>	<u>должность</u>		<u>подпись</u>	<u>Лелюхин А.С.</u>	
				<u>расшифровка подписи</u>	<u>дата</u>
	<u>должность</u>		<u>подпись</u>	<u>расшифровка подписи</u>	<u>дата</u>

### СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки  
11.03.04 Электроника и наноэлектроника  
код наименование  Худорожков О.В.  
личная подпись расшифровка подписи дата

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки  
 Истомина Т.В.  
личная подпись расшифровка подписи дата

Начальник отдела информационных образовательных технологий ЦИТ  
 Дырдина Е.В.  
личная подпись расшифровка подписи дата