

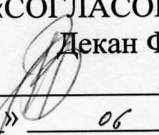
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ


«СОГЛАСОВАНО»

Декан ФЭ

 / Н.М. Верещагин

«09» 06 2020 г

Заведующий кафедрой ЭП

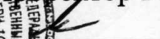
 / М.В. Чиркин

«09» 06 2020 г



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

 / А.В. Корячко

06 2020 г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.26 «Электромагнитные поля и волны»

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) подготовки

«Электронные приборы и устройства»

Уровень подготовки

Академический бакалавриат

Квалификация выпускника — бакалавр

Форма обучения — очная

Рязань, 2020 г.


## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»,

утвержденного 19.09.2017 №927

Разработчики  
к.ф.-м.н., доцент кафедры «Электронные приборы»

Т.А. Глебова

  
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«09» 06 2020 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой «Электронные приборы»

д.ф. - м.н., профессор



М.В. Чиркин

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа по дисциплине «Электромагнитные поля и волны» является составной частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) академического бакалавриата, разработанной в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки России от 12.03.2015 № 218.

*Целью освоения дисциплины* - освоение студентами методов количественного анализа цепей с распределенными параметрами и электромагнитных явлений, обоснование основных законов теории цепей с точки зрения теории электромагнитного поля.

*Основные задачи освоения учебной дисциплины:*

1. Формирование научных представлений о природе электромагнитных волн и основных законах электродинамики; изучение методов расчета цепей с распределенными параметрами и согласования линий передачи с нагрузкой, основных приемов и методов расчета электромагнитных полей; формирование представлений об электродинамических процессах в объемных резонаторах и волноводах; умение обосновать основные законы теории цепей с точки зрения теории электромагнитного поля.

2. Подготовка и представление анализа научно-технической информации, применение стандартных пакетов прикладных программ для математического моделирования электродинамических процессов, проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств.

3. Систематизация и закрепление практических навыков и умений по расчету электрических и магнитных полей и электродинамических процессов.

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1	ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	<u>Знать</u> : основные законы классической и особенности современной научной картины мира для целенаправленного поиска новых знаний и умений в сфере будущей профессиональной деятельности. <u>Уметь</u> : анализировать и выделять то новое, что позволяет выстраивать адекватную современному уровню знаний научную картину мира; <u>Владеть</u> : основными методологическими приемами современной науки, в том числе математики.
ОПК-2	ОПК-2. Способен самостоятельно проводить	<u>Знать</u> : современные парадигмы и проблемы в области расчета и анализа

	<p>экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</p>	<p>электромагнитных полей, цепей с распределенными параметрами и электродинамических процессов в направляющих системах, особенности современного этапа развития науки об электродинамических системах и процессах и практики их применения.</p> <p><u>Уметь:</u> анализировать физическую сущность процессов при распространении электромагнитных волн в средах, обладающих различными электрическими и магнитными свойствами; направляющих системах и объемных резонаторах, в том числе при использовании их в различных приборах электронной техники, адаптировать современные методы расчета данных процессов к потребностям электроники и нанoeлектроники.</p> <p><u>Владеть:</u> методами применения соответствующего физико-математического аппарата для расчета и анализа электромагнитных полей и цепей с распределенными параметрами.</p>
--	--	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Электромагнитные поля и волны» (Б1.О.26) является обязательной, относится к базовой части блока 1 ОПОП «Электронные приборы и устройства», по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» ФГБОУ ВО «РГРТУ».

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 3 курсе в 5 семестре.

*Пререквизиты дисциплины:* настоящая дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин учебного плана: «Математика», «Физика», «Химия», «Основы статистической физики», «Теоретические основы электротехники», «Метрология, стандартизация и технические измерения».

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

**знать:** такие разделы математики как дифференциальные уравнения, уравнения в частных производных, векторная алгебра; такие разделы физики как электричество, магнетизм; теоретические основы электротехники;

**уметь:** применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с задачей расчета и анализа цепей с распределенными параметрами и электромагнитных процессов;

**владеть:** **навыками** экспериментального исследования характеристик электрических цепей и электромагнитных процессов в различных средах и системах.

Требования к входным знаниям совпадают с требованиями к освоению предшествующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники».

*Постреквизиты дисциплины:* знания, полученные в результате освоения дисциплины «Электромагнитные поля и волны» используются для обучения по дисциплинам «Микроволновая техника», «Микроволновые приборы и устройства», «Расчет и проектирование микроволновых приборов и устройств», «Микроэлектронные устройства СВЧ».

### **3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единицы (ЗЕ), 144 часа.

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины, в том числе</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:</b>	64
Лекции	32
Практические занятия	16
Лабораторные работы	16
<b>Самостоятельная работа обучающегося (всего), в том числе:</b>	80
Экзамены и консультации	40
Консультации в семестре	8
Самостоятельные занятия	32
<b>Вид промежуточной аттестации обучающихся</b>	экзамен

### **4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

#### **4.1. Основной тематический план дисциплины:**

- Тема 1. Основные уравнения для токов и напряжений в длинной линии.
- Тема 2. Установившийся режим в длинной линии при наличии синусоидального напряжения.
- Тема 3. Режимы стоячих, бегущих, смешанных волн в длинной линии.
- Тема 4. Трансформирующие свойства отрезков линии. Способы согласования линии с нагрузкой.
- Тема 5. Основные понятия и законы электромагнитного поля.
- Тема 6. Уравнения электромагнитного поля (уравнения Максвелла).
- Тема 7. Статические электрические и магнитные поля.
- Тема 8. Переменные электромагнитные поля. Волновые уравнения и электромагнитные волны.
- Тема 9. Распространение электромагнитных волн в однородных средах.
- Тема 10. Отражение и преломление электромагнитных волн.

Тема 11. Направляемые электромагнитные волны. Волноводы. Объемные резонаторы.

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

### **Тема 1. Основные уравнения для токов и напряжений в длинной линии.**

Цепи с распределенными параметрами. Длинные линии. Основные уравнения для токов и напряжений в длинной линии (телеграфные уравнения).

Основные параметры и режимы работы длинной линии. Волновое сопротивление, постоянная распространения линии, коэффициент затухания и коэффициент фазы. Фазовая скорость и длина волны в линии.

Используемая литература: основная [1-3], дополнительная [2-4, 5-7].

**Тема 2. Установившийся режим в длинной линии при наличии синусоидального напряжения.** Токи и напряжения в линии при воздействии синусоидального напряжения. Понятие входного сопротивления линии. Расчет режимов в линии при известных токах и напряжениях в начале (конце) линии.

Используемая литература: основная [1-3], дополнительная [2-4, 5-7].

**Тема 3. Режимы стоячих, бегущих, смешанных волн в длинной линии.** Работа линии в режиме короткого замыкания, холостого хода, на чисто реактивную, комплексную нагрузку. Коэффициент стоячей, бегущей волны. Понятие коэффициента отражения волны тока/напряжения. Трансформирующие свойства отрезков линии. Способы согласования линии с нагрузкой. Согласование линии с помощью реактивного шлейфа, четвертьволновых отрезков линии.

Используемая литература: основная [1-3], дополнительная [2-4, 5-7].

**Тема 4. Трансформирующие свойства отрезков линии.** Способы согласования линии с нагрузкой. Согласование линии с помощью реактивного шлейфа, четвертьволновых отрезков линии.

Используемая литература: основная [1-3], дополнительная [2-4, 5-7].

**Тема 5. Основные понятия и законы электромагнитного поля.** Электромагнитное поле как особая форма материи. Краткая история развития научных представлений об электромагнитном поле. Законы и опыты Кулона, Гаусса, Эрстеда, Ампера, Фарадея. Роль Максвелла в создании теории электромагнитного поля.

Электрическое и магнитное поля как две стороны электромагнитного поля. Основные величины, характеризующие электрическое и магнитное поля. Материальные уравнения среды. Классификация сред: однородные и неоднородные, линейные и нелинейные, идеальные и реальные диэлектрики и проводники, изотропные и анизотропные среды.

Используемая литература: основная [1,4-6], дополнительная [1,5-7].

**Тема 6. Уравнения электромагнитного поля (уравнения Максвелла).** Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Понятия ротора и дивергенции вектора поля. Экспериментальное обоснование уравнений Максвелла. Физическое содержание уравнений. Понятие токов проводимости, переноса, тока смещения, полного тока. Закон непрерывности полного тока. Частные случаи уравнений электромагнитного поля. Условия для векторов электрического и магнитного поля на границе раздела двух сред (граничные условия).

Используемая литература: основная [1,4-6], дополнительная [1,5-7].

**Тема 7. Стационарные электрические и магнитные поля.** Электростатическое поле. Закон Гаусса и уравнение Пуассона для поля электрических зарядов. Электростатический потенциал. Уравнения Пуассона и Лапласа для электростатического потенциала. Методы расчета электрического поля зарядов и заряженных тел. Задача Дирихле и задача Неймана. Поле и емкость системы заряженных проводников. Расчет поля, создаваемого зарядами вблизи проводящих поверхностей. Метод зеркальных изображений. Примеры применения. Решение уравнения Лапласа методом разделения переменных. Численные методы решения уравнений Лапласа и Пуассона.

Стационарные магнитные поля. Магнитное поле вокруг и внутри проводника с током. Векторный потенциал магнитного поля и его применение.

Используемая литература: основная [1,4-6], дополнительная [1,5-7].

**Тема 8. Переменные электромагнитные поля. Волновые уравнения и электромагнитные волны.** Энергетические соотношения в переменном электромагнитном поле. Уравнение баланса энергии в интегральной форме. Вектор Умова-Пойнтинга. Поток энергии электромагнитного поля.

Уравнения Даламбера для векторов электрического и магнитного полей. Волновые уравнения. Волновой характер электромагнитного поля.

Гармонические во времени электромагнитные поля. Уравнения для комплексных амплитуд поля. Комплексные параметры среды. Физический смысл комплексных диэлектрической и магнитной проницаемостей.

Решение волнового уравнения для случая неограниченной среды. Плоские электромагнитные волны. Сферические и цилиндрические волны. Поверхность равных фаз, фронт волны. Характеристики электромагнитных волн: постоянная распространения, длина волны, фазовая и групповая скорости, волновое сопротивление среды. Падающие, отраженные и стоячие волны. Волны с произвольным направлением распространения.

Поляризация электромагнитных волн: линейная, круговая и эллиптическая поляризация. Волны типа: Т, Е, Н.

Используемая литература: основная [1,4-6], дополнительная [1,5-7].

**Тема 9. Распространение электромагнитных волн в однородных средах.**

Распространение электромагнитных волн в однородных неограниченных средах: идеальном диэлектрике, диэлектрике с потерями, проводящей среде. Поверхностный эффект. Глубина проникновения поля в неидеальном проводнике. Потери мощности в неидеальном проводнике. Волны в анизотропных средах: намагниченном феррите, плазме.

Используемая литература: основная [1,4-6], дополнительная [1,5-7].

**Тема 10. Отражение и преломление электромагнитных волн.**

Отражение и преломление электромагнитных волн. Падение плоской волны на плоскую границу двух сред; коэффициенты отражения и преломления. Отражение от проводящих поверхностей.

Используемая литература: основная [1,4-6], дополнительная [1,5-7].

**Тема 11. Направляемые волны.**

Распространение волны вдоль проводящей поверхности. Направляемые волны. Понятие о волноводах и объёмных резонаторах. Волны в коаксиальной линии, прямоугольном волноводе.

Используемая литература: основная [1,4-6], дополнительная [1,5-7].

### 4.3. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельные занятия обучающихся
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1	Основные уравнения для токов и напряжений в длинной линии.	4	2			2
2	Установившийся режим в длинной линии при наличии синусоидального напряжения.	6	2	2		2
3	Режимы стоячих, бегущих, смешанных волн в длинной линии.	6	2	2		2
4	Трансформирующие свойства отрезков линии.	10	2	2	4	2
5	Основные понятия и законы электромагнитного поля	4	2			2
6	Уравнения электромагнитного поля (уравнения Максвелла)	6	2	2		2
7	Стационарные электрические и магнитные поля	10	4	2		4
8	Переменные электромагнитные поля. Волновые уравнения и электромагнитные волны	14	4	2	4	4
9	Распространение электромагнитных волн в однородных средах	14	4	2	4	4
10	Отражение и преломление электромагнитных волн	10	4	2		4
11	Направляемые волны	12	4		4	4
12	Экзамены и консультации					40
13	Консультации в семестре					8
<b>Всего</b>		<b>144</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>80</b>

### 4.4. Лабораторный практикум



№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	4	Согласование волноводной линии передачи с нагрузкой с помощью четвертьволнового трансформатора сопротивлений	4
2	8	Исследование режимов работы и характеристик волн в коаксиальной линии	4
3	9	Исследование линии передачи с волнами, обладающими дисперсией	4
4	11	Исследование объемных резонаторов	4
Всего			32

#### 4.5. Перечень учебно-методического обеспечения лабораторных занятий

1. Электромагнитные поля и волны. Методические указания к лабораторным работам/ Сост.: Т.А. Глебова, А.А. Шишков. - Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2014. - 52 с.

2. Глебова Т.А., Шишков А.А. Учебное пособие «Электромагнитные поля и волны». - Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2013. - 64 с.

3. Теоретические основы электротехники. Учебное пособие. - Рязан. гос. радиотехн. университет/ Сост.: В.С. Гуров, С.А.Круглов, Е.В. Мамонтов, Т.А. Глебова. - Рязань, 2011. - 140 с.

#### 4.6. Перечень практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоемкость (час.)
1	2	Установившийся режим в длинной линии при наличии синусоидального напряжения.	2
2	3	Режимы стоячих, бегущих, смешанных волн в длинной линии.	2
3	4	Трансформирующие свойства отрезков линии.	2
4	6	Уравнения электромагнитного поля (уравнения Максвелла)	2
5	7	Стационарные электрические и магнитные поля	2
6	8	Переменные электромагнитные поля. Волновые уравнения и электромагнитные волны	2
7	9	Распространение электромагнитных волн в однородных средах	2
8	10	Отражение и преломление электромагнитных волн	2
Всего			16

#### 4.7. Перечень учебно-методического обеспечения практических занятий

1. Глебова Т.А., Шишков А.А. Учебное пособие «Электромагнитные поля и волны». - Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2013. - 64 с.
2. Теоретические основы электротехники. Учебное пособие. - Рязан. гос. радиотехн. университет/ Сост.: В.С. Гуров, С.А.Круглов, Е.В. Мамонтов, Т.А. Глебова. - Рязань, 2011. - 140 с.
3. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. М.: Высшая школа, 2002. - 638 с.
4. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Ч.III Электромагнитное поле. М.: Гардарики, 2001. - 316 с.
5. Сборник задач по теоретическим основам электротехники. Под. Ред. Л.А. Бессонова. М.: Высшая школа, 1980. - 472 с.

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует: закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий; углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины; освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях, семинарских и практических занятиях, лабораторных работах, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, семинарам и практическим занятиям, при самостоятельном решении расчетно-графических (или контрольных) работ, курсовом проектировании подготовке к экзамену.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

Решение задач по дисциплине при подготовке к практическим занятиям, доработка конспекта лекции с применением учебника, методической и дополнительной литературы; изучение и конспектирование первоисточников; подбор иллюстраций (примеров) к теоретическим положениям; подготовка к практическим и лабораторным работам, самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем.

### **5.1. Наименование тем, форма отчетности и трудоемкость самостоятельных занятий обучающихся**

<b>№ п/п</b>	<b>Тема</b>	<b>Вид работы</b>	<b>Наименование и содержание работы</b>	<b>Трудоемкость, часов</b>
1	Основные уравнения для токов и напряжений в длинной линии.	Самостоятельная работа обучающегося	Телеграфные уравнения. Основные параметры и режимы работы длинной линии. Изучение конспекта лекций.	2

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
2	Установившийся режим в длинной линии при наличии синусоидального напряжения.	Самостоятельная работа обучающегося	Токи и напряжения в линии при воздействии синусоидального напряжения. Расчет режимов в линии при известных токах и напряжениях в начале (конце) линии. Изучение конспекта лекций, подготовка к практическим занятиям (ПЗ).	2
3	Режимы стоячих, бегущих, смешанных волн в длинной линии.	Самостоятельная работа обучающегося	Работа линии в различных режимах (короткого замыкания, холостого хода, на чисто реактивную, комплексную нагрузку). Коэффициент стоячей, бегущей волны. Понятие коэффициента отражения волны тока/напряжения. Изучение конспекта лекций, подготовка к ПЗ.	2
4	Трансформирующие свойства отрезков линии	Самостоятельная работа обучающегося	Способы согласования линии с нагрузкой. Согласование линии с помощью реактивного шлейфа, четвертьволновых отрезков линии. Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторной работе (ЛР), ПЗ. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	2
5	Основные понятия и законы электромагнитного поля	Самостоятельная работа обучающегося	Основные величины, характеризующие электрическое и магнитное поля. Материальные уравнения среды. Классификация сред. Изучение конспекта лекций.	2

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
6	Уравнения электромагнитного поля (уравнения Максвелла)	Самостоятельная работа обучающегося	Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Экспериментальное обоснование уравнений Максвелла. Физическое содержание уравнений. Граничные условия. Изучение конспекта лекций, подготовка к ПЗ.	2
7	Стационарные электрические и магнитные поля	Самостоятельная работа обучающегося	Электростатическое поле. Основные законы и уравнения. Изучение конспекта лекций, подготовка к ПЗ.	4
8	Переменные электромагнитные поля. Волновые уравнения и электромагнитные волны	Самостоятельная работа обучающегося	Энергетические соотношения в переменном электромагнитном поле. Уравнение баланса энергии в интегральной форме. Гармонические во времени электромагнитные поля. Поляризация электромагнитных волн. Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторной работе (ЛР), ПЗ. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	4
9	Распространение электромагнитных волн в однородных средах	Самостоятельная работа обучающегося	Распространение электромагнитных волн в однородных неограниченных средах: идеальном диэлектрике, диэлектрике с потерями, проводящей среде. Поверхностный эффект. Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторной работе (ЛР), ПЗ. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	4
10	Отражение и преломление электромагнитных волн	Самостоятельная работа обучающегося	Отражение и преломление электромагнитных волн. Падение плоской волны на плоскую границу двух сред; коэффициенты отражения и преломления. Отражение от проводящих поверхностей. Изучение конспекта лекций, подготовка к ПЗ.	4

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
11	Направляемые волны	Самостоятельная работа обучающегося	Понятие о волноводах и объемных резонаторах. Волны в коаксиальной линии, прямоугольном волноводе. Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторной работе (ЛР), ПЗ. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	4
11	Экзамены и консультации	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к экзамену	40
12	Консультации в семестре	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к экзамену	8

## 5.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельных занятий

1. Глебова Т.А., Шишков А.А. Учебное пособие «Электромагнитные поля и волны». - Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2013. - 64 с.

2. Электромагнитные поля и волны. Методические указания к лабораторным работам/ Сост.: Т.А. Глебова, А.А. Шишков. - Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2014. - 52 с.

3. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Ленинград: Энергоиздат, 1981. Т.1, 533 с., т.2. - 415 с.

4. Зевеке Г.В., Ионкин П.А. Основы теории цепей. М.: Высшая школа, 1989. - 752 с.

5. Гольдштейн Л.Д., Зернов Н.В. Электромагнитные поля и волны. М.: Сов. радио, 1971. - 662 с.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. «Оценочные материалы по дисциплине «Электромагнитные поля и волны»)

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная учебная литература:

1. Глебова Т.А., Шишков А.А. Учебное пособие «Электромагнитные поля и волны». - Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2013. - 64 с.

2. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Ленинград: Энергоиздат, 1981. Т.1, 533 с., т.2. - 415 с.

3. Зевеке Г.В., Ионкин П.А. Основы теории цепей. М.: Высшая школа, 1989. - 752 с.

4. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. М.: Высшая школа, 2002. - 638 с.
5. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Ч.III Электромагнитное поле. М.: Гардарики, 2001. - 316 с.
6. Гольдштейн Л.Д., Зернов Н.В. Электромагнитные поля и волны. М.: Сов. радио, 1971. - 662 с.

## **7.2. Дополнительная учебная литература:**

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи с распределенными параметрами. М.: Высшая школа, 1980. - 152 с.
2. Попов В.П. Основы теории цепей. М.: Высшая школа, 2003. - 575 с.
3. Атабеков Г.И. Основы теории цепей. Учебник для ВУЗов. СПб.: Лань, 2006. - 438 с.
4. Сборник задач по теоретическим основам электротехники. Под. Ред. Л.А. Бессонова. М.: Высшая школа, 1980. - 472 с.
5. Глебова Т.А. Теоретические основы электротехники. Цепи с распределенными параметрами. Электромагнитные поля. Учебное пособие. - Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2007. - 56 с.
6. Электромагнитные поля и волны. Методические указания к лабораторным работам/ Сост.: Т.А. Глебова, А.А. Шишков. - Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2014. - 52 с.
7. Теоретические основы электротехники. Учебное пособие. - Рязан. гос. радиотехн. университет/ Сост.: В.С. Гуров, С.А.Круглов, Е.В. Мамонтов, Т.А. Глебова. - Рязань, 2011. - 140 с.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ ИНТЕРНЕТ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Электронные образовательные ресурсы:**

- 1) Электронно-библиотечная система «IPRBook». ЭБС издательства «IPRBook» [Электронный ресурс]. – URL: <http://iprbookshop.ru/>
- 2) Электронно-библиотечная система «Лань». ЭБС издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com>

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **9.1. Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины**

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

### **9.2. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»)**

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции не применялся на лабораторном занятии. Тогда лекция будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1). После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2). При подготовке к следующей лекции, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

В течение недели выбрать время (минимум 1 час) для работы с литературой в библиотеке.

### **9.3. Рекомендации по работе с литературой**

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги по дисциплине. Литературу по курсу рекомендуется изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников по курсу. Рекомендуется после изучения очередного параграфа ответить на несколько простых вопросов по данной теме. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): «о чем этот параграф?», «Какие новые понятия введены, каков их смысл?».

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», ОПОП «Электронные приборы и устройства», «Нанотехнологии в электронике», «Промышленная электроника» при изучении студентами дисциплины «Электромагнитные поля и волны» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных технологий проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой преподавателя и студента.

Изучение дисциплины предусматривает применение активных форм проведения занятий с целью формирования и развития общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся.

При проведении самостоятельной работы обучающихся используются следующие информационные технологии:

- сеть Интернет, с помощью которой обеспечивается доступ к актуальной научно-методической и научно-технической информации;
- необходимое программное обеспечение для выполнения программы дисциплины, установленное в вузе, а также для выполнения самостоятельной работы в домашних условиях.

### **Перечень лицензионного программного обеспечения:**

1. операционная система Windows XP (корпоративная лицензия);
2. пакет Libre Office или иное свободно распространяемое программное обеспечение (лицензия LGPL).

При организации самостоятельной работы студентов используется комплекс учебных и учебно-методических материалов в сетевом доступе (программа, методические пособия, список рекомендуемых источников литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме и вопросы для самоконтроля).

Принятая технология обучения предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Образовательные технологии включают следующие формы и методы:

- лекции сопровождаются демонстрациями иллюстративного материала при помощи мультимедийных средств;

- студенты обеспечиваются рабочими местами в лаборатории оснащенной комплектом измерительного лабораторного оборудования, предназначенного для исследования электромагнитных полей и волн;

- студенты обеспечиваются современной учебной литературой и методиками повышения эффективности усвоения учебного материала.

Изучение дисциплины «Электромагнитные поля и волны» предусматривает применение активных форм проведения занятий с использованием технологий проблемно-ориентированного обучения. Принятые технологии обучения базируется на интерактивной работе в аудитории, когда в процессе лекций и лабораторных занятий, дополняемых самостоятельной работой обучаемых, в том числе и с участием преподавателя, выполняется серия расчетно-теоретических заданий. Это позволяет практически применить полученные знания, развивая принятые для данной дисциплины компетенции. Выбранные технологии эффективно поддерживают достижение принятых для данной дисциплины общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Проведение занятий осуществляется с использованием компьютеров и мультимедийных средств, наглядных пособий, а также раздаточных материалов.

## **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Для освоения дисциплины необходимы:

1. лекционная аудитория с достаточным количеством посадочных мест, соответствующая необходимым противопожарным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям; оборудованная средствами отображения презентаций и других лекционных материалов на экран;
2. аудитория для проведения лабораторных работ, оборудованная лабораторными стендами и специальным оборудованием для проведения исследований и измерений в цепях постоянного и переменного тока.
3. образцы отчетов по лабораторным работам.

Программу составил  
доцент кафедры «Электронные приборы»  
к.ф.-м.н., доцент



Т.А. Глебова