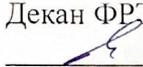


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

Кафедра «Микро- и наноэлектроники»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФРТ  
 Холопов И.С.  
«25» 06 2020 г.



Руководитель ОПОП  
 Кириллов С.Н.  
«25» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**Б1.О.02.02 «РАДИОМАТЕРИАЛЫ И РАДИОКОМПОНЕНТЫ»**

Специальность

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

ОПОП специалитета

«Радиоэлектронные системы передачи информации»

Квалификация выпускника – инженер

Форма обучения – очная

Рязань 2020 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности)

11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»,  
утвержденного 09.02.2018 № 94

Разработчик доцент кафедры МиН

\_\_\_\_\_ М.В. Зубков

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г., протокол № \_\_\_

Заведующий кафедрой МиН

\_\_\_\_\_ Т.А.Холомина., д.ф.-м.н., проф.

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

В задачи дисциплины входит изучение физической сущности процессов, протекающих в диэлектрических, полупроводниковых и магнитных материалах и радиокомпонентах при использовании их в приборах радиотехники, изучение физических принципов работы некоторых электронных устройств, изучение моделей, типонаименований, эксплуатационных характеристик пассивных радиокомпонентов (резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности, дросселей, трансформаторов, линий задержки), принципов обозначения (маркировки) российских и зарубежных пассивных компонентов; получение навыков научно-исследовательской и инженерной работы.

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-4	Способность представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	<p><u>Знать:</u> современные парадигмы и проблемы в области радиоматериалов, особенности современного этапа развития науки о радиоматериалах и радиокомпонентах и практики их применения.</p> <p><u>Уметь:</u> анализировать, систематизировать и структурировать необходимую информацию с целью формирования ресурсно-информационной базы для решения профессиональных задач с привлечением знаний по радиоматериалам и радиокомпонентам в радиотехнике.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками обработки результатов экспериментальных исследований радиоматериалов и радиокомпонентов с использованием стандартных пакетов прикладных программ.</p>

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Радиоматериалы и радиокомпоненты» (Б1.3 Б.03) является обязательной, относится к базовой части блока1 профессионального цикла дисциплин ООП 1 -"Радиоэлектронные системы передачи информации" , ООП 2 -"Радиосистемы и комплексы управления", ООП 3- "Радионавигационные системы и комплексы", ООП 4- "Радиоэлектронная борьба" по специальности подготовки 11.05.01«Радиоэлектронные системы и комплексы» ФГБОУ ВО «РГРТУ»

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 3 курсе в 6 семестре.

*Пререквизиты дисциплины.* Данная дисциплина базируется на следующих дисциплинах учебного плана подготовки инженеров по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»: «Инженерная и компьютерная графика» (Б1.3.Б.01), «Основы теории цепей» (Б1.3.Б.04), «Электроника» (Б1.3.Б.04), «Радиотехнические цепи и сигналы» (Б.1.3.Б.07), «Физика» (Б.1.2.Б.02 ), «Химия»

(Б.1.2.Б.03) . Требования к входным знаниям совпадают с требованиями к освоению перечисленных выше предшествующих дисциплин.

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

**знать:** основные факты, базовые концепции и модели физики, химии, информатики.

**уметь:** применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с задачей исследования характеристик и параметров радиоматериалов; анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы.

**владеть:** основами разработки нормативно-технической документации в области радиоматериалов и радиокомпонентов; грамотным физическим научным языком; международной системой единиц измерений физических величин (СИ) при физических расчетах и формулировке физических закономерностей; навыками измерения основных физических величин.

*Взаимосвязь с другими дисциплинами.* Требования к входным знаниям совпадают с требованиями к освоению предшествующих дисциплин: «Физика (Б1.2.Б.02)», «Химия (Б1.2.Б.03)», «Радиотехнические цепи и сигналы (Б.1.3.Б.07)». Дисциплина «Радиоматериалы и радиокомпоненты» (Б1.3 Б.03) содержательно и методологически взаимосвязана с указанными дисциплинами.

*Постреквизиты дисциплины.* Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин: «Метрология и радиоизмерения» (Б1.3.Б.07), «Основы конструирования и технологии производства РЭС»(Б1.3.Б.12), , НИР, «Преддипломная практика», «Выпускная квалификационная работа».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕ), 108 часа.

Семестр	6		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	24	24	24	24
Практические	8	8	8	8
Лабораторные работы	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	48,25	48,25	48,25	48,25
Сам. Работа	51	51	51	51
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Разделы дисциплины, виды занятий и трудоемкость

№ п/п	Основные разделы дисциплины	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельные занятия обучающихся
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1	Введение	4	2	-	-	2
2	Физические процессы в диэлектриках	16	6	2	6	2
3	Диэлектрические материалы	12	6	2	2	2
4	Магнитные материалы	10	4	2	2	2
5	Полупроводниковые материалы	6	2	-	2	2
6	Пассивные радиокомпоненты	14	4	2	4	4
	Консультации и экзамен	46	-	-	-	46
	Итого	108	24	8	16	60

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

**4.2.1. Введение.** Роль материалов в развитии элементной базы радиоэлектронных средств, повышении эффективности и надежности работы радиоэлектронной аппаратуры. Классификация радиоматериалов и радиокомпонентов.

Используемая литература: [1-5].

#### **4.2.2. Физические процессы в диэлектриках.**

Электропроводность диэлектриков. Физическая природа электропроводности, токи смещения, сквозной электропроводности (объемный и поверхностный), абсорбции. Удельные объемное и поверхностное сопротивление диэлектриков, методы их измерения; зависимость от температуры, напряженности и времени приложения электрического поля, влажности и химической агрессивности среды. Особенности электропроводности газообразных, жидких и твердых диэлектриков.

Поляризация диэлектриков. Общие сведения о поляризации. Относительная диэлектрическая проницаемость. Механизмы поляризации. Частотная и температурная зависимости относительной диэлектрической проницаемости диэлектриков разных типов.

Классификация диэлектриков по особенностям поляризации (полярные, неполярные) и зависимости относительной диэлектрической проницаемости от напряженности электрического поля (линейные, нелинейные).

Природа спонтанной поляризации. Зависимость заряда и относительной диэлектрической проницаемости сегнетоэлектриков от напряженности электрического поля, температуры, частоты. Применение сегнетоэлектриков. Прямой и обратный пьезоэффекты.

Диэлектрические потери. Определение, природа и характеристики диэлектрических потерь в постоянном и переменном электрическом поле. Векторная диаграмма для конденсатора с идеальным и реальным диэлектриками, угол диэлектрических потерь, тангенс угла диэлектрических потерь. Последовательная и параллельная схемы замещения конденсатора, содержащего реальный диэлектрик. Расчет величин тангенса угла диэлектрических потерь и мощности диэлектрических потерь в переменном электрическом поле.

Физические механизмы и виды диэлектрических потерь. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от температуры, частоты, напряженности электрического поля и других факторов для диэлектриков разных типов.

Электрический пробой диэлектриков. Определение пробоя и электрической прочности.

Природа и механизмы пробоя газообразных диэлектриков; зависимость электрической прочности газообразных диэлектриков от давления, формы электродов и расстояния между ними.

Особенности пробоя жидких диэлектриков.

Механизмы пробоя твердых диэлектриков. Условия для развития теплового пробоя, расчет напряжения пробоя.

Методы повышения электрической прочности диэлектриков. Срок службы и надежность электрической изоляции.

Используемая литература: [1-5].

**4.2.3. Диэлектрические материалы.** Применение диэлектрических материалов в радиотехнике. Газообразные диэлектрики (воздух, азот, водород, инертные газы), их характеристики и применение.

Основные свойства и применение жидких (минеральных масел, синтетических жидких диэлектриков) и твердеющих диэлектриков (лаков, эмалей, компаундов).

Понятие о высокомолекулярных соединениях (ВМС). Полимерные углеводороды (полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид и т.д.), свойства и области их применения. Фторорганические полимеры, свойства и применение. Свойства и применение полиэфиров (полиметилметакрилат, полиэтилентерефталат), полиамидов (капрон и др.), полиимидов (полиуретан). Применение глифталевых, эпоксидных, фенолоформальдегидных, кремнийорганических смол, искусственных полимеров. Лакоткань и слоистые пластики. Применение природной слюды и материалов на ее основе. Свойства и области применения электроизоляционных стекол, ситаллов, электроизоляционной керамики, асбеста. Композиционные и наноструктурированные материалы

Используемая литература: [1-5].

**4.2.4. Магнитные материалы.** Физическая природа магнетизма. Классификация веществ по магнитным свойствам. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики.

Основная кривая намагничивания, кривая гистерезиса, магнитная проницаемость. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы.

Зависимость магнитной проницаемости сильномагнитных материалов от частоты и напряженности магнитного поля, температуры.

Магнитные свойства материалов в переменном магнитном поле. Потери энергии в магнитных материалах; на гистерезис, вихревые токи, последствие. Способы снижения потерь. Схема замещения и векторная диаграмма катушки индуктивности с магнитным сердечником. Тангенс угла магнитных потерь.

Магнитная анизотропия и магнитострикция.

Применение магнитных материалов в радиотехнике. Магнитомягкие материалы для постоянных и низкочастотных магнитных полей (железо, электротехническая сталь, пермаллой, аморфные сплавы и т.д.); технология получения и обработки; маркировка.

Магнитные материалы для высоких и сверхвысоких частот. Методы получения и обработки, особенности и марки ферритов; частотные диапазоны применения. Магнитодиэлектрики.

Магнитотвердые материалы: технология получения и обработки; маркировка; легированные мартенситные стали; литые высокоэрицивные сплавы; магниты из порошков; магнитотвердый ферриты; сплавы на основе благородных, редкоземельных металлов; металлопластические и металлокерамические магниты. Материалы для записи, хранения и воспроизведения информации.

Магнитные материалы специализированного назначения: ферриты и сплавы с прямоугольной петлей гистерезиса; термомагнитные материалы; сплавы с постоянной магнитной проницаемостью в слабых магнитных полях; магнитные пленки; магнитострикционные материалы.

Используемая литература: [1-5].

#### 4.2.5. Полупроводниковые материалы.

Простые полупроводники (германий, кремний), основные свойства, методы получения монокристаллов, способы очистки, области применения. Полупроводниковые соединения.

Используемая литература: [1-5].

#### 4.2.6. Пассивные радиокомпоненты.

Классификация конструкционных и электротехнических проводниковых материалов с точки зрения их использования для контактирования, коммутации, создания резистивных элементов. Особенности электропроводности металлов. Материалы для скользящих и разрывных контактов. Припой и флюсы. Резисторы. Виды, основные параметры, области применения, маркировка. Конденсаторы. Деление по свойствам диэлектрика, основные параметры. Применение, маркировка. Дроссели. Назначение, типы. Области использования. Трансформаторы. Разновидности. Применение. Катушки индуктивности. Назначение, основные характеристики, области использования. Линии задержки. Назначение, принцип действия. Основные параметры, применение.

Используемая литература: [1-5].

### 4.3 Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
1	2	Измерение удельного сопротивления твердых диэлектриков	2
2	2	Измерение относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь электроизолирующих материалов	2
3	2	Исследование электрической прочности диэлектриков	2

4	3	Исследование свойств сегнетоэлектрических материалов	2
5	4	Исследование свойств магнитных материалов	2
6	5	Исследование свойств полупроводниковых материалов	2
7	6	Определение основных параметров конденсаторов	2
8	6	Исследование основных параметров высокочастотных катушек индуктивности	2
Итого			16

#### 4.4 Перечень учебно-методического обеспечения лабораторных занятий

1.Материалы и компоненты радиоэлектронных средств. Методические указания к лабораторным работам/ Сост.: С.И. Мальченко, В.Г.Мишустин, В.Н.Тимофеев.- Рязан. гос. радиотехн. университет.- Рязань, 2012.- 84 с.

2.Холомина Т.А., Зубков М.В. Свойства и применение металлов и сплавов: учеб. пособие. - Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2014. - 84 с.

3.ХоломинаТ.А., Зубков М.В. Свойства и применение диэлектриков и магнитных материалов: учеб. пособие.- Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2015. - 48 с.

4.Исследование свойств магнитных материалов. Методические указания к лабораторной работе №7/ Сост.: С.И. Мальченко, Т.А. Холомина, М.В. Зубков, А.В. Логвин.- Рязан. гос. радиотехн. университет.- Рязань, 2016.- 20 с.

5.Измерение относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь электроизолирующих материалов. Методические указания к лабораторной работе №3/ Сост.: Т.А. Холомина, М.В. Зубков, С.И. Мальченко.- Рязан. гос. радиотехн. университет.- Рязань, 2016.- 16 с.

6.Исследование свойств сегнетоэлектрических материалов. Методические указания к лабораторной работе №5/ Сост.: М.В. Зубков, Т.А. Холомина, С.И. Мальченко.- Рязан. гос. радиотехн. университет.- Рязань, 2016.- 12 с.

#### 4.5. Перечень практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудовое количество, час.
1	2	Расчет величин тангенса угла диэлектрических потерь и мощности диэлектрических потерь в переменном электрическом поле.	2
2	3	Композиционные и наноструктурированные материалы	2

3	4	Схема замещения и векторная диаграмма катушки индуктивности с магнитным сердечником. Тангенс угла магнитных потерь.	2
5	6	Линии задержки. Назначение, принцип действия. Основные параметры, применение.	2
Итого			8

#### **4.6. Перечень учебно-методического обеспечения практических занятий**

1. Холомина Т.А., Зубков М.В. Свойства и применение металлов и сплавов: учеб. пособие. - Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2014. - 84 с.
2. Холомина Т.А., Зубков М.В. Свойства и применение диэлектриков и магнитных материалов: учеб. пособие.- Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2015. - 48 с.

### **5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ 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; освоению умений по исследованию характеристик и параметров радиоматериалов и радиокомпонентов.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях, лабораторных и практических занятиях, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, лабораторным и практическим занятиям, написании рефератов, докладов, подготовке к экзамену.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются: самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем курса составление аналитического отчета по темам, результаты решения задач, ответы на тестовые задания, отчеты по лабораторным работам с периодичностью 1 раз в две недели.

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

N п/п	N разд. дисц.	Наименование тем и вид самостоятельных занятий обучающихся	Форма контроля	Трудоемкость, час

1	1	Повышении эффективности и надежности работы радиоэлектронной аппаратуры. Подготовка к лабораторным работам	Аналитический отчет, результаты решения задач, ответы на тестовые задания, отчеты по лабораторным работам с периодичностью 1 раз в две недели	2
2	2	Природа спонтанной поляризации. Зависимость заряда и относительной диэлектрической проницаемости сегнетоэлектриков от напряженности электрического поля, температуры, частоты. Применение сегнетоэлектриков. Прямой и обратный пьезоэффекты. Подготовка к лабораторным работам	Аналитический отчет, результаты решения задач, ответы на тестовые задания, отчеты по лабораторным работам с периодичностью 1 раз в две недели	2
3	3	Свойства и области применения электроизоляционных стекол, ситаллов, электроизоляционной керамики, асбеста. Подготовка к лабораторным работам	Аналитический отчет, результаты решения задач, ответы на тестовые задания, отчеты по лабораторным работам с периодичностью 1 раз в две недели	2

4	4	Магнитные материалы специализированного назначения: ферриты и сплавы с прямоугольной петлей гистерезиса; термомагнитные материалы; сплавы с постоянной магнитной проницаемостью в слабых магнитных полях; магнитные пленки; магнитострикционные материалы. Подготовка к лабораторным работам	Аналитический отчет, результаты решения задач, ответы на тестовые задания, отчеты по лабораторным работам с периодичностью 1 раз в две недели	2
5	5	Методы получения монокристаллов. Подготовка к лабораторным работам	Аналитический отчет, результаты решения задач, ответы на тестовые задания, отчеты по лабораторным работам с периодичностью 1 раз в две недели	2
6	6	Катушки индуктивности. Назначение, основные характеристики, области использования. Подготовка к лабораторным работам	Аналитический отчет, результаты решения задач, ответы на тестовые задания, отчеты по лабораторным работам с периодичностью 1 раз в две недели	4
Итого				14

### 5.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельных занятий

Учебные пособия, рекомендуемые для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Радиоматериалы и радиокомпоненты», содержат необходимый

теоретический материал в краткой форме, контрольные вопросы и задачи для решения. Подготовлен комплект тестовых заданий с возможными вариантами ответов по каждому из разделов дисциплины. Результаты решения задач и ответы на контрольные вопросы и вопросы тестовых заданий контролируются преподавателем на предмет оценки формирования контролируемых компетенций (п.1) не реже 1 раза в 2 недели.

1. Холомина Т.А., Зубков М.В. Свойства и применение металлов и сплавов: учеб. пособие. - Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2014. - 84 с
2. Холомина Т.А., Зубков М.В. Свойства и применение диэлектриков и магнитных материалов: учеб. пособие.- Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2015. - 48 с.
3. Вихров С.П., Холомина Т.А. Свойства и применение металлов и полупроводников: учеб. пособие. – Рязань: РГРТА, 2004. – 84 с.
4. Покровский Ф.Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005 – 350 с.

## **6 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Радиоматериалы и радиокомпоненты»).

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная учебная литература:**

1. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М. Электротехнические материалы. -Л.: Энергоатомиздат. 1985.- 336с.
2. Холомина Т.А.,Зубков М.В. Свойства и применение металлов и сплавов: учеб. пособие. - Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2014. - 84 с.
3. Холомина Т.А.,Зубков М.В. Свойства и применение диэлектриков и магнитных материалов: учеб. пособие.- Рязан. гос. радиотехн. университет. - Рязань, 2015. - 48 с.
4. Покровский Ф.Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия -Телеком, 2005. -350 с.
5. Дудкин, А.Н. Электротехническое материаловедение [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Н. Дудкин, В. Ким. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 200 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96677>.

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

1. Вихров С.П., Холомина Т.А. Свойства и применение металлов и полупроводников: учеб. пособие. – Рязань: РГРТА, 2004. – 84 с.
2. Вихров С.П., Холомина Т.А. Металлы и сплавы: свойства и применение: учеб. пособие. –Рязан. гос. радиотехн. университет. 2013. – 96 с.
3. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/41019>.

4. Сапунов, С.В. Материаловедение [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56171>.

5. Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Г. Рамбиди, А.В. Берёзкин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 456 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2291>.

6. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств. Методические указания к лабораторным работам/ Сост.: С.И. Мальченко, В.Г.Мишустин, В.Н.Тимофеев.- Рязан. гос. радиотехн. университет.- Рязань, 2012.- 84 с.

7.Исследование свойств магнитных материалов. Методические указания к лабораторной работе №7/ Сост.: С.И. Мальченко, Т.А. Холомина, М.В. Зубков, А.В. Логвин.- Рязан. гос. радиотехн. университет.- Рязань, 2016.- 20 с.

8.Измерение относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь электроизолирующих материалов. Методические указания к лабораторной работе №3/ Сост.: Т.А. Холомина, М.В. Зубков, С.И. Мальченко.- Рязан. гос. радиотехн. университет.- Рязань, 2016.- 16 с.

9.Исследование свойств сегнетоэлектрических материалов. Методические указания к лабораторной работе №5/ Сост.: М.В. Зубков, Т.А. Холомина, С.И. Мальченко.- Рязан. гос. радиотехн. университет.- Рязань, 2016.- 12 с.

### **7.3. Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет, базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

1. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

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

Материал каждой лекции рекомендуется изучать в день ее прочтения лектором, когда она еще не забыта. При этом необходимо использовать конспект и рекомендованную литературу. Использовать литературу необходимо для углубленного изучения материала лекции и для уточнения тех мест, которые в конспекте оказались записаны недостаточно понятно. В конспекте каждой лекции необходимо оставлять чистое место и конспектировать в нем изученную литературу, чтобы при подготовке к текущей, промежуточной или итоговой аттестации можно было повторить всю тему. Лектором в течение всего семестра проводятся консультации по лекционному материалу.

Каждую тему, предусмотренную планом самостоятельной работы, следует изучать самостоятельно в течение отведенных для ее изучения двух недель с помощью рекомендованной литературы. Все возникающие при этом вопросы надо записывать, чтобы получить на них ответы на консультации. По каждой теме для каждой учебной группы лектор проводит консультации в конце ее изучения (один раз в две недели). Расписание консультаций вывешивается на весь семестр на доске объявлений лаборатории по дисциплине. В конце консультации проводится тест по теме, при успешном прохождении которого тема считается изученной.

### **Методические требования к структуре аналитического отчета о самостоятельной работе**

Отчет о самостоятельной работе должен содержать:

- 1) титульный лист;
- 2) часть I – «Аналитическая часть» - анализ раздела индивидуального задания по дисциплине, формулировка актуальности темы, цели и задач разработки или исследования объекта и предмета разработки или исследования, оценка современного состояния изучаемой проблемы;
- 3) часть II - «Основная часть» - результаты выполнения основной части раздела индивидуального задания по дисциплине, обзор научно-методических информационных источников - современных научных статей и монографий по теме, выявление вопросов, требующих углубленного изучения; формирование и обоснование собственной точки зрения на рассматриваемые проблемы и возможные пути их разрешения; необходимые расчеты, моделирование и другие задания, предусмотренные темой самостоятельной работы. Материал не должен иметь только компилятивный характер, но обладать новизной, практической значимостью, отражать точку зрения автора на изучаемые проблемы и результаты проделанной работы;
- 4) часть III – «Заключение» – заключение и выводы по результатам выполненной работы;
- 5) список использованных научных и научно-методических источников;
- 6) приложения (при необходимости).

К каждой лабораторной работе надо готовиться с помощью конспекта лекций по теме работы, изучения рекомендованной литературы и методических рекомендаций к лабораторным работам. Необходимо подготовить и шаблон отчета, чтобы за время, отведенное для выполнения работы, можно было оформить отчет, защитить и сдать его.

Ниже приведены методические рекомендации по формированию отчетов о лабораторных работах.

### **Методические требования к оформлению отчетов о лабораторных работах**

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие элементы:

- номер, название и цель работы;
- чертеж функциональной схемы установки, выполненный карандашом по линейке, либо при помощи соответствующей компьютерной программы, с соблюдением требований ЕСКД;
- основные расчетные соотношения;
- таблицы результатов экспериментов, выполненные карандашом по линейке;
- графики экспериментальных зависимостей, полученных при выполнении лабораторной работы;
- выводы, содержащие анализ экспериментальных зависимостей, сравнение результатов, полученных в работе, с данными справочной литературы.

При выполнении лабораторной работы каждому студенту необходимо иметь полностью оформленный отчет о ранее выполненной работе и отчет о выполняемой работе, содержащий все перечисленные элементы (за исключением экспериментальных данных в таблице, графиков, выводов). При несоблюдении указанных требований студент к лабораторной работе не допускается.

Формирование у обучающихся во время обучения в семестре предусмотренных стандартом компетенций на этапах лабораторных занятий (после каждой лабораторной работы) и самостоятельной работы (на консультациях) оценивается по критериям шкалы оценок «зачтено» – «не зачтено».

Оценки "зачтено" заслуживает обучающийся, показавший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой, справляющийся с выполнением графика и содержанием заданий, предусмотренных учебным планом.

Оценка "не зачтено" выставляется обучающемуся, имеющему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, предусмотренных учебным планом.

В конце семестра при подготовке к аттестации студент должен повторить изученный в семестре материал и в ходе повторения обобщить его, сформировав цельное представление о нем. Следует иметь в виду, что на подготовку к промежуточной аттестации времени бывает очень мало, поэтому начинать эту подготовку надо заранее, не дожидаясь последней недели семестра.

Следует всегда помнить, что залог успеха студента в учебе – планомерная работа в течение всего семестра и своевременное выполнение всех видов работы.

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по специальности подготовки инженеров 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» ООП 1 –«Радиоэлектронные системы передачи информации» , ООП 2 –«Радиосистемы и комплексы управления», ООП 3- «Радионавигационные системы и комплексы», ООП 4- «Радиоэлектронная борьба» , при изучении студентами дисциплины «Радиоматериалы и радиокомпоненты» 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 общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся.

Принятая технология обучения базируется на интерактивной работе в аудитории, когда в процессе лекций, лабораторных и практических занятий, дополняемых самостоятельной работой обучающихся, в том числе и с участием преподавателя, выполняется серия экспресс-заданий, совокупность которых позволяет практически применить полученные знания, развивая компетенции, предусмотренные для данной дисциплины.

При проведении самостоятельной работы обучающихся используются следующие информационные технологии:

- доступ в сеть Интернет, обеспечивающий, поиск 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);
3. пакет программ инженерно-графического программирования NI LabView(корпоративная лицензия).

Проведение ряда занятий осуществляется с использованием компьютеров и мультимедийных средств, наглядных пособий, а также раздаточных материалов.

Поскольку в рамках учебного процесса отсутствуют возможности изучения ряда важных свойств, характеристик и процессов в радиоматериалах и радиокомпонентах вследствие отсутствия специального оборудования и необходимости использования высоких температур, плотностей токов, напряженностей электромагнитных полей, выполнение ряда лабораторных работ осуществляется с использованием оригинальных программных продуктов, созданных в среде инженерно-графического программирования NI LabView. Для этого разработаны виртуальные стенды на основе персональных компьютеров.

После изучения отдельных разделов дисциплины осуществляется проведение рубежного контроля усвоения материала студентами в виде заданий, предусматривающих самостоятельное решение задач и ответов на тестовые задания.

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

Для освоения дисциплины необходима следующая материально-техническая база.

1. Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- комплект электронных презентаций/слайдов.

2. Лабораторные работы:

- лаборатория электрофизических измерений, оснащенная генераторами ГЗ-33, ГЗ-34, Г5-5,7А; вольтметрами: ВЗ-38, ВЗ-39, В7-21, В7-21А, Ф-283; осциллографами: С1-19, С1-64, С1-65, С1-70; куметрами: Е9-4; Е7-4; блоками питания: ВИП-09, ВИП-010; персональными компьютерами, оригинальными программными продуктами, созданными в среде инженерно-графического программирования NI LabView для изучения параметров радиоматериалов и радиокомпонентов на основе ПК; стендами для изучения свойств сегнетоэлектриков, характеристик термо- и фоторезисторов;
- шаблоны отчетов по лабораторным работам.

Программу составил  
к.т.н., доцент кафедры микро-  
и нанoeлектроники

М.В. Зубков