

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ РАДИОМАТЕРИАЛЫ И РАДИОКОМПОНЕНТЫ

Направление/специальность подготовки	11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
Специализация/профиль/программа подготовки	Радиолокационные системы и комплексы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационные и управляющие системы
Выпускающая кафедра	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Н4 Электротехника

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
2	3	3	108	34	17	17	0	74	0	0	74	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра Н4 Электротехника
Образцов Алексей Николаевич, старший преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **Н4 Электротехника**

Заведующий кафедрой Матвеев П.В., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Заведующий кафедрой Сотникова Н.В., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ РАДИОМАТЕРИАЛЫ И РАДИОКОМПОНЕНТЫ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 — Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

ОПК-2 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения

ОПК-3 — Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий

ОПК-6 — Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

Основных материалов, применяемых в электро и радиотехнике.;

умения:

Определять основные свойства радиоматериалов при помощи измерительных приборов;

навыки:

Обрабатывать данные экспериментов.

ОПК-2

знания:

основных физических явлений и законов электротехники и их математическое описание;

- типовых стандартных приборов устройств, аппаратов, программных средств, используемых при экспериментальных исследованиях.;

умения:

выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и - - рассчитывать режимы работы электротехнических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электротехнических объектов выполнять применительно к ним простые технические расчёты;

- проводить эксперименты по заданным методикам с последующей обработкой и анализом результатов в области электротехники.;

• *навыки:*;

навыки:

анализа физических явлений в электрических устройствах, объектах и системах;

- работы с приборами и установками для экспериментальных исследований;

- использования прикладных программ и средствами автоматизированного проектирования при решении инженерных задач по электротехнике..

ОПК-3

знания:

-общих сведений о строении материалов;

- общих сведений о полупроводниковых, проводниковых, диэлектрических и магнитных материалах и изделиях;

-сведений об электромонтажных изделиях;

-назначения, видов и свойств материалов.;

умения:

- выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения в радиоэлектронных устройствах;

- подбирать по справочным материалам радиокомпоненты для электронных устройств.;

навыки:

пользования

- моделями пассивных радиокомпонентов, используемых в радиотехнике;

- методами расчёта основных характеристик пассивных радиокомпонентов;

- методологией использования аппаратуры для измерения радиотехнических цепей, содержащих пассивные радиокомпоненты;

- типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования пассивных радиоэлектронных радиокомпонентов;
- методами, необходимыми для выбора элементной базы и конструкторских решений с учётом требований устойчивости к воздействию окружающей среды, электромагнитной совместимости и технологичности;
- статистическими методами анализа и методами оптимизации пассивных радиокомпонентов..

ОПК-6

знания:

Основных технологических цепочек производства радиоматериалов и компонентов;

умения:

Применять радиоматериалы для исследовательских целей;

навыки:

грамотно использовать аппаратуру для оценки функциональных возможностей радиоматериалов и компонентов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **РАДИОМАТЕРИАЛЫ И РАДИОКОМПОНЕНТЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
- ОПК-2 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения
- ОПК-3 — Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-6
2	3	Раздел 1. Основные понятия и определения. Основные понятия и определения. Методология построения дисциплины. Строение вещества. Зонная теория твердого тела. Классификация электрорадиоматериалов.	8	2	2	0	6	10	10	10	10
2	3	Раздел 2. Проводниковые материалы. Классификация. Характеристики. Материалы высокой проводимости. Материалы высокого сопротивления. Материалы специального назначения.	18	6	3	3	12	20	20	20	20
2	3	Раздел 3. Полупроводниковые материалы. Свойства и характеристики. Проводимость. Эффекты в полупроводниках. Получение. Простые и бинарные полупроводники. Применение.	44	12	4	8	32	20	20	20	20
2	3	Раздел 4. Диэлектрические материалы. Свойства и характеристики. Пассивные и активные диэлектрики. Материалы квантовой электроники и с оптическими эффектами. Эксплуатационные свойства диэлектриков.	19	7	4	3	12	25	25	25	25
2	3	Раздел 5. Магнитные материалы. Основные свойства. Анизотропия. Домены. Гистерезис. Потери энергии. Магнитострикция. Влияние тепловой и механической обработки на свойства. Применение. Магнитомягкие материалы. Магнитотвердые материалы.	19	7	4	3	12	25	25	25	25
Всего за 3 семестр			108	34	17	17	74	100	100	100	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100	100	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Проводниковые материалы.	Исследование электрических свойств проводниковых материалов	3
2	Раздел 3. Полупроводниковые материалы.	1. Исследование свойств терморезисторов	2
3		2. Исследование свойств варисторов	2
4		3. Исследование свойств фоторезисторов	2
5		Прием лабораторных работ	2
6	Раздел 4. Диэлектрические материалы.	Исследование свойств сегнетоэлектриков	3
7	Раздел 5. Магнитные материалы.	Исследование свойств ферромагнитных материалов	3
Всего за 3 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия и определения.	Изучаются и повторяются основные понятия материаловедения по строению вещества.	6
2	Раздел 2. Проводниковые материалы.	Изучается классификация, свойства, параметры всех проводниковых материалов.	2
3		Изучение теоретического материала по исследованию электрических свойств проводниковых материалов.	6
4		Грамотные расчёты, выводы и правильное оформление таблиц и графиков по проделанной работе.	4

5	Раздел 3. Полупроводниковые материалы.	Изучение теоретического материала по исследованию свойств терморезисторов, варисторов и фоторезисторов.	12
6		Изучается классификация, свойства и параметры полупроводниковых материалов.	12
7		Грамотные расчёты, выводы и правильное оформление таблиц и графиков по проделанной работе.	8
8	Раздел 4. Диэлектрические материалы.	Изучается классификация, свойства и параметры диэлектрических материалов. Электроизоляционные материалы. Конденсаторные материалы. Активные диэлектрики.	4
9		Грамотные расчёты, выводы и правильное оформление таблиц и графиков по проделанной работе.	4
10		Изучение теоретического материала по исследованию свойств сегнетоэлектриков.	4
11		Раздел 5. Магнитные материалы.	Изучается классификация, свойства и параметры магнитных материалов. Намагничивание, перемагничивание, размагничивание магнитных материалов.
12	Грамотные расчёты, выводы и правильное оформление таблиц и графиков по проделанной работе.		4
13	Изучение теоретического материала по исследованию свойств ферромагнитных материалов.		4
Всего за 3 семестр			74

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																				
	1	2	3	4		5	6	7		8	9	10	11		12	13	14	15		16	17
3		ЛР		Отч. по ЛР, ЛР			ДР	ЛР, Отч. по ЛР			ЛР	ДР	ЛР, Отч. по ЛР			ЛР		Отч. по ЛР		ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- зач. – зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Материаловедение и технология материалов. В 2 частях. Москва: Юрайт, 2023, эл. рес.
2. . Микро- и нанотехнологии в электронике. Нальчик: Изд-во КБГУ, 2011, эл. рес.
3. . Электрорадиоматериалы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
4. А.Н. Образцов. Электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Санкт-Петербург : Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им Д.Ф. Устинова, 2024, 20 экз.
5. А.Н. Образцов. Электрорадиоматериалы и радиокомпоненты. Санкт-Петербург : Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им Д.Ф. Устинова, 2024, эл. рес.
6. В. М. Протченко. . Радиоматериалы и радиокомпоненты. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
7. В. М. Протченко. . Радиоматериалы и радиокомпоненты. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 165 экз.
8. Г. А. Татарникова, Е. Б. Коротков, А. С. Лошицкий. . Электрорадиоматериалы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2000, 80 экз.
9. С. А. Гусев, А. Н. Образцов. . Электрорадиоматериалы и компоненты. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 126 экз.
10. Ю. М. Пятин, А. М. Чернявская, Р. А. Владимирский. . Материалы в приборостроении и автоматике. М.: Машиностроение, 1982, 5 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. . Наноструктуры в электронике и фотонике. М.: Техносфера, 2010, 2 экз.
2. К. С. Петров. . Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника. СПб.: Питер, 2003, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Радиотехника – XXI век.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/book> — ЭБС Лань;;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbg.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

1. Интерактивная доска.

6.2. Лабораторные занятия:

1. Вольтметр В7-22;
2. Генератор ГЗ-123;
3. Осциллограф С1-48Б;
4. Источник питания ТЕС-14;
5. Генератор ГЗ-109;
6. Прибор Ш-301/2;
7. Проектор;
8. Интерактивная доска;
9. Стенд для лабораторных работ "Радиоматериалы и радиокомпоненты".

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **РАДИОМАТЕРИАЛЫ И РАДИОКОМПОНЕНТЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы*. Дисциплина реализуется на факультете *Н Робототехника и инновационная инженерия* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Н4 Электротехника*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения;

ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий;

ОПК-6 Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с материалами, используемыми в электротехнике, радиотехнике и электронике. Номенклатура, электрофизические свойства, методы получения, характеристики и области их применения, классификация и маркировка.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Основные понятия и определения.		
Изучаются и повторяются основные понятия материаловедения по строению вещества.	В. М. Протченко. . Радиоматериалы и радиокомпоненты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1) . Микро- и нанотехнологии в электронике: Нальчик: Изд-во КБГУ, 2011 (все) . Электрорадиоматериалы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1) . Материаловедение и технология материалов. В 2 частях: Москва: Юрайт, 2023 (все)	6
Итого по разделу 1		6
Раздел 2. Проводниковые материалы.		
Изучается классификация, свойства, параметры всех проводниковых материалов.	К. С. Петров. . Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: СПб.: Питер, 2003 (все)	2
Изучение теоретического материала по исследованию электрических свойств проводниковых материалов.	В. М. Протченко. . Радиоматериалы и радиокомпоненты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2-3)	6
Грамотные расчёты, выводы и правильное оформление таблиц и графиков по проделанной работе.	В. М. Протченко. . Радиоматериалы и радиокомпоненты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (все) С. А. Гусев, А. Н. Образцов. . Электрорадиоматериалы и компоненты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (ЛР1-ЛР6) Ю. М. Пятин, А. М. Чернявская, Р. А. Владимирский. . Материалы в приборостроении и автоматике: М.: Машиностроение, 1982 (все) . Электрорадиоматериалы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1,2,3,4,5,6,7) А.Н. Образцов. Электрорадиоматериалы и радиокомпоненты: Санкт-Петербург : Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им Д.Ф.	4

	Устинова, 2024 (все) С. А. Гусев, А. Н. Образцов. . Электрорадиоматериалы и компоненты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (ЛР1-ЛР6)	
Итого по разделу 2		12
Раздел 3. Полупроводниковые материалы.		
Изучение теоретического материала по исследованию свойств терморезисторов, варисторов и фоторезисторов.	С. А. Гусев, А. Н. Образцов. . Электрорадиоматериалы и компоненты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (2-4) . Наноструктуры в электронике и фотонике: М.: Техносфера, 2010 (все)	12
Изучается классификация, свойства и параметры полупроводниковых материалов.	В. М. Протченко. . Радиоматериалы и радиокомпоненты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (3)	12
Грамотные расчёты, выводы и правильное оформление таблиц и графиков по проделанной работе.	А.Н. Образцов. Электрорадиоматериалы и радиокомпоненты: Санкт-Петербург : Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им Д.Ф, Устинова, 2024 (2-3)	8
Итого по разделу 3		32
Раздел 4. Диэлектрические материалы.		
Изучается классификация, свойства и параметры диэлектрических материалов. Электроизоляционные материалы. Конденсаторные материалы. Активные диэлектрики.	В. М. Протченко. . Радиоматериалы и радиокомпоненты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (4) В. М. Протченко. . Радиоматериалы и радиокомпоненты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (4) С. А. Гусев, А. Н. Образцов. . Электрорадиоматериалы и компоненты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (5)	4
Грамотные расчёты, выводы и правильное оформление таблиц и графиков по проделанной работе.	. Электрорадиоматериалы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (все) А.Н. Образцов.	4
Изучение теоретического материала по исследованию свойств сегнетоэлектриков.	Электрорадиоматериалы и радиокомпоненты: Санкт-Петербург : Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им Д.Ф, Устинова, 2024 (2-3)	4
Итого по разделу 4		12
Раздел 5. Магнитные материалы.		
Изучается классификация, свойства и параметры магнитных материалов. Намагничивание, перемангничивание, размагничивание магнитных материалов.	В. М. Протченко. . Радиоматериалы и радиокомпоненты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (5)	4
Грамотные расчёты, выводы и правильное оформление таблиц и графиков по проделанной работе.	Ю. М. Пятин, А. М. Чернявская, Р. А. Владимирский. . Материалы в приборостроении и автоматике: М.: Машиностроение, 1982 (все) С. А. Гусев, А. Н. Образцов. . Электрорадиоматериалы и компоненты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (6)	4
Изучение теоретического материала по исследованию свойств ферромагнитных материалов.	К. С. Петров. . Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: СПб.: Питер, 2003 (все) Г. А. Татарникова, Е. Б. Коротков, А. С.	4

	<p>Лошицкий. . Электрорадиоматериалы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2000 (все) А.Н. Образцов. Электрорадиоматериалы и радиокомпоненты: Санкт-Петербург : Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им Д.Ф, Устинова, 2024 (2-3)</p>	
Итого по разделу 5		12

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Лабораторная работа

Допуск к выполнению ЛР происходит при условии наличия у студента печатной версии титульного листа отчета по лабораторной работе и после проверки подготовленности к выполнению работы по заданной тематике в форме тестирования. Тест состоит из 5 вопросов и выдается на занятии. Время на ответ – 10 минут. Каждый вопрос оценивается по критерию «Правильно - неправильно». Результат тестирования оценивается по 5 бальной системе:

- 2 и 3 правильных ответов – min, 3, балла;
- 4 правильных ответа – 4 балла;
- 5 правильных ответов – max, 5, баллов.

Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения оценки являются:

- небрежное выполнение;
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках);

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов измерений.

По результатам всех выполненных лабораторных работ ставится итоговая оценка по пятибальной системе.

Оценка или баллы за лабораторную работу проставляются согласно технологической карте

Зачет

Студент имеет право на получение оценки во время промежуточной аттестации по результатам текущего контроля без прохождения аттестационных испытаний в соответствии с накопленными балами согласно технологической карте. Если студент не набрал нужное количество баллов по дисциплине согласно технологической карте, то ему необходимо получить зачёт.

Во время проведения зачета студенту выдаются 2 вопроса по изученным темам. Студент отвечает на них письменно или устно.

"Зачтено": ответы студентов, показавших знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и в предстоящей работе, справляющихся с выполнением заданий, предусмотренных программой, но допустившим погрешности в ответе на зачете и при выполнении отчетов по практическим и лабораторным занятиям, не носящие принципиального характера, когда установлено, что студент обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя/

" Не зачтено": ответы студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебного материала,

допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой отчетов по практическим и лабораторным занятиям. Такой оценки заслуживают ответы студентов, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа излагаемых им вопросов.

Если студент выполнил все требования согласно технологической карте, то ему ставится "зачтено"

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %				НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-6	
2	3	Раздел 1. Основные понятия и определения.	8	2	2	0	6	10	10	10	10	Лабораторная работа
2	3	Раздел 2. Проводниковые материалы.	18	6	3	3	12	20	20	20	20	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
2	3	Раздел 3. Полупроводниковые материалы.	44	12	4	8	32	20	20	20	20	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
2	3	Раздел 4. Диэлектрические материалы.	19	7	4	3	12	25	25	25	25	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
2	3	Раздел 5. Магнитные материалы.	19	7	4	3	12	25	25	25	25	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
Всего за 3 семестр			108	34	17	17	74	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100	100	100	

Оценочные материалы по дисциплине РАДИОМАТЕРИАЛЫ И РАДИОКОМПОНЕНТЫ

ОПК-1 - Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Какие вещества называются полупроводниками?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Для каких целей используются проводниковые материалы

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие
К жидким проводникам относят.

1. электролиты
2. пары металлов и кислот
3. провода из металлов и их сплавов
4. расплавленные металлы

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие
Установите соответствие

1. альнико
2. супермаллой
3. магнитодиелектрики
4. пермендюр

А- используется при изготовлении роторов гистерезисных двигателей

Б- используется для изготовления магнитных экранов

В- имеют наименьшие потери на вихревые токи

Г- имеет наибольшую индукцию насыщения

Д- используется для изготовления постоянных магнитов

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность
Установите последовательность проводниковых материалов в порядке убывания их электрического сопротивления. Обоснуйте выбор.

- 1). Термостойкие сплавы для нагревательных приборов.
- 2). Сверхпроводники
- 3). Криопроводники.
- 4). Чистые металлы.

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность
В списке представлены отдельные элементы, последовательно используемые в технологическом

процессе получения германия для изготовления полупроводниковых приборов. Опишите стадии производственного процесса.

- 1). Слитки распиливают на заготовки
- 2). Получение монокристалла по методу вытягивания из расплава поликристалла по методу Чохральского,
- 3). Для очистки применяется метод зонной плавки..
- 4). При вытягивании в кристалл вводят примеси для получения р- или n- типа проводимости
- 5). В водородной печи восстанавливают Ge при $t=650\div 700\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 6)..Из тетрахлорида GeCl_4 германий переводят в диоксид GeO_2

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие из материалов являются термостабильными?

1. медь
2. константан
3. германий
4. серебро

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Неверным для ферромагнетиков (ферритов) является утверждение ...

1. Это изготавливаемые по керамической технологии неметаллические соединения окиси железа с оксидами других металлов.
2. Обладают малым удельным электрическим сопротивлением.
3. Их атомы или ионы образуют спонтанно намагниченные до предела домены.
4. Магнитные моменты отдельных подрешёток антипараллельны.

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Примесные атомы в полупроводнике, обуславливающие проводимость n-типа

1. атомы, валентность которых меньше, чем у основного вещества
2. атомы, валентность которых больше, чем у основного вещества
3. атомы, валентность которых такая же, как у основного вещества
4. акцепторы

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из перечисленных утверждений являются правильными?

1. Ферриты обладают высокой температурой точки Кюри

2. Альнико используется для изготовления постоянных магнитов
3. Комоль - это пластически деформируемый материал для изготовления магнитных лент
4. Из супермаллоя изготавливают магнитные экраны

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Выберите основные достоинства полупроводниковых материалов:

1. Малые габариты и вес полупроводниковых приборов
2. Высокая адгезия по отношению к проводникам
3. Непосредственное преобразование параметров энергии внешней среды в электрические параметры
4. Возможность значительного управления свойствами за счет изменения структуры и состава

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Для изготовления нагревательных элементов применяются:

1. медь
2. фехаль
3. нихром
4. хромаль

№ 13 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из названных материалов относятся к классу сегнетоэлектриков

1. Титанат бария
2. Ниобат лития
3. Цирконат-титанат свинца
4. Сегнетова соль

ОПК-2 - Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность определения электрического момента диполя

- 1). называют вектор;
- 2) с направлением от отрицательного компонента диполя к положительному;
- 3) а величина его равна произведению заряда диполя;
- 4) электрическим моментом диполя;
- 5) направление которого совпадает;
- 6) на его плечо (расстояние между зарядами).

Электрическим моментом диполя называется вектор, направление которого совпадает с направлением от отрицательного компонента диполя к положительному, а величина его равна произведению заряда диполя на его плечо (расстояние между зарядами)

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чем причины возникновения контактной разности потенциалов в области соприкосновения двух различных металлических проводников?

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Провод круглого сечения имеет длину $L=3.14$ м, диаметр $d=0.2$ мм, сопротивление $R=1.7$ Ом. Определить удельное сопротивление материала и из какого металла он изготовлен.

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между наименованием закона и его математической формулировкой

а) $E_T = \alpha_T (T_T - T_X)$

1) эффект
Зебека

б) $Q_{\Pi} = \Pi \cdot I \cdot t$

2) эффект
Пельтье

в) $E_X = -R_X \frac{I \cdot B}{h}$

3) эффект Холла

г) $Q_T = \tau (T_2 - T_1) \cdot I \cdot t$

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Какая из формул соответствует удельному сопротивлению

1) $\rho = R \frac{S}{l}$

2) $R = \rho \frac{l}{S}$

3) $\rho = \frac{m_0 \cdot v_T}{e^2 \cdot n_0 \cdot \lambda_{CF}}$

4) $\gamma = \frac{1}{\rho}$

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность увеличения содержания никеля в следующих сплавах

1) ферронихром; а) Ni-39-41%;

2) манганин; б) Ni-2,5 3,5%;

3) константан в) Ni-60%

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Материал, способный быть акцептором, при изготовлении примесного полупроводника из германия

1. Индий

2. Селен

3. Кремний

4. Германий

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что собой представляет микалекс?

- 1) пластмасса горячей штамповки из слюды и стекла;
- 2) материал на основе каучука;
- 3) высокомолекулярное соединение.

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Магнитные материалы, имеющие узкую петлю гистерезиса, применяемые для изготовления сердечников трансформаторов и электрических машин переменного тока

- 1) магнитомягкие;
- 2) магнитотвёрдые

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Материал, способный быть донором, при изготовлении примесного полупроводника из германия.

1. Иод
2. Сурьма
3. Мышьяк
4. Галлий

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Перечислите основные причины проводимости твердых диэлектриков

1. Наличие примесей и загрязнений.
2. Электрохимическое старение – распад молекул на ионы.
3. Ионизация молекул под действием внешних воздействий (нагрев, различные виды излучений, электрическое поле).
4. Самопроизвольная поляризация.

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

К органическим диэлектрикам относятся :

- 1) смолы;
- 2) полимеры;
- 3) волокнистые диэлектрики;
- 4) керамика.

ОПК-3 - Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Термопара имеет температурный коэффициент $\alpha_T = 4 \text{ мВ/град}$

Вычислить величину ЭДС на концах термопары при изменении температуры на 45град. Ответ целое число (мВ).

. Укажите единицы измерения

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что означает понятие "точка Кюри"?

- 1) контактная разность потенциалов;
- 2) рост поверхностного эффекта;
- 3) температура, при превышении которой происходит обратимое разрушение доменной структуры у сегнетоэлектриков и ферромагнетиков

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

По каким параметрам оценивается качество изоляционных диэлектриков?

- 1) низкая диэлектрическая проницаемость;
- 2) низкий тангенс угла потерь;
- 3) высокое удельное сопротивление;
- 4) значительны, зависят от вязкости и температуры .

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Какие материалы обладают перечисленными свойствами

- | | |
|--------------------|---|
| | А) материалы, в которых электропроводность существенно зависит от внешних факторов; |
| 1) диэлектрики; | Б) материалы, свойства которых определяются наличием доменов; |
| 2) полупроводники; | В) материалы с удельной электрической проводимостью превышающей 10^{-5} См/м; |
| 3) ферромагнетики; | Г) вещества с удельным электрическим сопротивлением превышающим 100 МОм*м ; |
| 4) проводники. | Д) материалы с температурой плавления выше 1700 градусов Цельсия |

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между типом примеси и видом носителей заряда

- | | |
|-----------------|------------------------|
| 1) донорная; | а) электроны; |
| 2) акцепторная; | б) дырки; |
| 3) n-типа; | в) и электроны и дырки |
| 4) p-типа | |

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность определения поляризации - это

- 1) большого количества связанных зарядов;
- 2) направленное перемещение в материале;
- 3) соизмеримые с межатомными расстояниями;
- 4) на ничтожно малые расстояния.

Поляризация – направленное перемещение в материале большого количества связанных зарядов на ничтожно малые расстояния, соизмеримые с межатомными расстояниями.

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность радиоматериалов в порядке увеличения их удельного сопротивления

- | | |
|--------------------|---|
| 1) диэлектрики; | |
| 2) полупроводники; | а) $\rho \sim 0 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ |
| 3) проводники; | б) $\rho \sim 10^{-8} - 10^{-4} \text{ Ом} \cdot \text{м};$ |
| 4) сверхпроводники | в) $\rho \sim 10^{-6} - 10^9 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ |
| | г) $\rho \sim 10^7 - 10^{17} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ |

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что называют электрострикцией?

- 1) некоторые сверхчистые материалы, которые снижают удельное сопротивление при температурах 5...80 К;
- 2) свойство всех непроводников, или диэлектриков, приводящее к изменению их размеров и формы при приложении к ним электрического поля;
- 3) способность материала к поляризации в электрическое поле

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что собой представляет изоляторный фарфор?

- 1) смесь полевого шпата, кварца и глинозема после высокотемпературного обжига;
- 2) высокомолекулярное углеводородное соединение;
- 3) это материал на основе каучука.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой диэлектрик обладает самыми лучшими (какими) изоляционными свойствами?

- 1) фторлон-4;
- 2) полиэтилен;
- 3) винипласт;
- 4) фторопласт-3

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Органические диэлектрики классифицируются по структуре молекул

- 1) линейные;
- 2) пространственные;
- 3) термореактивные;
- 4) термопластичные.

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Для каких из перечисленных типов электретов характерен монозаряд?

1. Фотоэлектрет
2. Трибоэлектрет
3. Радиоэлектрет
4. Термоэлектрет

5. Магнитоэлектрет

ОПК-6 - Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какими из перечисленных свойств обладает фторолон-4

1. Полярный
2. Неполярный
3. Термореактивный
4. Термопластичный
5. Линейный

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие примеси для германия являются акцепторными?

- 1.индий
- 2.галлий
- 3.бор
- 4.кремний

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Добавление донорных примесей в полупроводник позволяет

1. Повысить количество свободных электронов
2. Повысить количество свободных дырок
3. Понизить количество свободных дырок
4. Понизить количество свободных электронов;

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Примесные атомы в полупроводнике, обуславливающие проводимость n-типа

1. атомы, валентность которых меньше, чем у основного вещества
2. атомы, валентность которых больше, чем у основного вещества
3. доноры

4. акцепторы

атомы, валентность которых такая же, как у основного вещества

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Провод круглого сечения имеет длину $L=3.14$ м, диаметр $d=0.2$ мм, сопротивление $R=1.7$ Ом. Определить из какого металла он изготовлен.

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое "точка Нееля" ?

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

От каких факторов зависит тангенс угла диэлектрических потерь?

1 Габаритные размеры диэлектрика

2. Напряженность электрического поля

3. Частота переполяризации

4 Температура

5. Влажность

6. Концентрация примесей

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Определить какие эффекты используются в перечисленных устройствах

1. датчик магнитной индукции

2. термопара

3. генератор высокочастотных колебаний

4. холодильник

А- Пельтье

Б- Зеебека

В- Ганна

Г- Холла

Д.- Джоуля-Ленца

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

При облучении полупроводников переменным электромагнитным полем фотопроводимость претерпевает несколько этапов изменений в зависимости от роста частоты увеличивающей энергию фотонов. Установите последовательность этих изменений, заполнив пробелы..

Когда частота, меньше граничной, ---. По мере увеличения частоты в первую очередь начинается ---. Настанет частота, когда ____ и будет зона насыщения. Далее начнется ____.

1). ионизация собственных атомов полупроводника.

2). все примесные электроны будут участвовать в фототоке

3). фотопроводимость при облучении полупроводников переменным электромагнитным полем отсутствует.

4). ионизация примесных атомов.

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите проводники в порядке уменьшения сопротивления.

- 1).Серебро,
- 2). Железо
- 3).Нихром
- 4), Алюминий,
- 5). Константан,

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность определения поляризации - это

- 1) большого количества связанных зарядов;
- 2) направленное перемещение в материале;
- 3) соизмеримые с межатомными расстояниями;
- 4) на ничтожно малые расстояния.

Поляризация – направленное перемещение в материале большого количества связанных зарядов на ничтожно малые расстояния, соизмеримые с межатомными расстояниями.

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой из перечисленных материалов обладает наименьшим значением тангенса угла магнитного запаздывания?

1. Пермалой .
2. Феррит
3. Альнико
4. Ферродиелектрик
- 5.Динамная сталь

№ 13 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

По какому признаку классифицируются ферриты?

1. По величине удельного электрического сопротивления
2. По граничной частоте
3. По максимальной магнитной проницаемости
- 4.По температуре точки Кюри