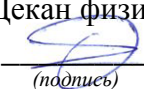


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра цифровых технологий и машинного обучения

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

(подпись) И.С. Огнев

«23» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
«Материалы электронной техники»

Направление подготовки
«11.03.01 Радиотехника»

Направленность (профиль)
«00 Радиотехника»

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «17» апреля 2023 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «25» апреля 2023 года

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) «Материалы электронной техники» является расширение и углубление знаний студентов в области исследования свойств основных материалов, используемых при проектировании и изготовлении РЭС.

Дисциплина дает общее представление об истории и современном состоянии теоретических и экспериментальных исследований по изучению электрофизических свойств, характеристик и областей применения материалов, применяемых в радиоэлектронных системах (РЭС), изучению типов, эксплуатационных характеристик материалов, освоению методов выбора материалов для различных видов РЭС.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Материалы электронной техники» относится к обязательной части Блока 1.

Дисциплина формирует представление о дальнейшей профессиональной деятельности, основанной на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Электроника».

В свою очередь, данная дисциплина, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для дисциплин «Основы конструирования и технологии производства РЭС», «Устройства сверхвысокой частоты (СВЧ)», «Антенны».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИД-ОПК-1.1 Осуществляет постановку задачи, выбирает способ ее решения	знает - области применения различных радиоматериалов. владеет - навыками пользования справочными материалами при выборе конструкционных материалов РЭС.
	ИД-ОПК-1.2 Применяет математический аппарат, физические законы и теории для решения прикладных и теоретических задач.	знает - функциональные свойства материалов и их основные параметры; умеет - проводить расчет основных характеристик и режимов эксплуатации радиокомпонентов.
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать	ИД-ОПК-2.1. Осуществляет обоснованный выбор способов и средств измерений и применяет их при проведении	знает - современные нормативные требования к продукции электронной промышленности; умеет

основные приемы обработки и представления полученных данных	экспериментальных исследований	- пользоваться современными системами государственных и отраслевых стандартов.
	ИД-ОПК-2.2. Проводит обработку и представление полученных данных и оценку погрешности результатов измерений	знает - принципы стандартизации в развития современных электронных технологий; - основные виды нормативных документов; умеет - использовать информацию по стандартизации при разработке РЭС. владеет - навыками подбора радиоматериалов, удовлетворяющих требованиям стандартов.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоёмкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам) Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Введение. Основные сведения о материалах	5	2	-	-	-	-	3	Устный опрос
2	Проводниковые материалы	5	3	-	10	-	-	9	Отчет по лабораторной работе
3	Магнитные материалы	5	3	-	-	-	-	9	Устный опрос
4	Диэлектрические материалы	5	3	-	12	-	-	9	Отчет по лабораторной работе
5	Полупроводниковые материалы	5	3	-	12	-	-	9	Отчет по лабораторной работе
6	Конструкционные материалы	5	3	-	-	3	-	9	Устный опрос
	Промежуточная аттестация						0,3	5,7	Зачет
	ИТОГО		17		34	3	0,3	53,7	

Содержание разделов (тем) дисциплины

Тема 1. Введение. Основные сведения о материалах.

1. Классификация материалов, применяемых для изготовления элементов РЭС.
2. Общие теплофизические, электрические, механические свойства материалов.

Тема 2. Проводниковые материалы.

1. Параметры проводниковых материалов.
2. Основные металлы и сплавы, применяемые в элементах РЭС, гибридных интегральных схемах (ГИС) и полупроводниковых интегральных схемах (ИС).
3. Основные свойства проводниковых материалов.

Тема 3. Магнитные материалы.

1. Классификация материалов по магнитным свойствам.
2. Основные параметры магнитных материалов.
3. Частотные и температурные свойства.
4. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы и области их применения.
5. Ферриты и магнитодиэлектрики
6. Магнитные пленки.

Тема 4. Диэлектрические материалы.

1. Параметры диэлектрических материалов, их зависимости от внешних воздействий.
2. Механизмы поляризации диэлектриков, электропроводность, потери, электрическая прочность, механизмы пробоя.
3. Основные диэлектрические материалы, применяемые в резисторах, конденсаторах, для подложек ГИС, полупроводниковых ИС
4. Материалы многоуровневых коммутационных плат – слоистые пластики, пленочная керамика.

Тема 5. Полупроводниковые материалы.

1. Понятие о монокристаллах методы их получения.
2. Параметры полупроводниковых материалов и их зависимость от температуры.
3. Основные полупроводниковые материалы – кремний, германий, арсенид галлия и их получение.
4. Собственная и примесная проводимость.
5. Применение полупроводниковых материалов.

Тема.6. Конструкционные материалы.

1. Основные требования к материалам несущих конструкций.
2. Виды конструктивных материалов.
3. Материалы для корпусной герметизации узлов и блоков РЭС.
4. Материалы для разъемных и неразъемных механических соединений.

Список лабораторных работ:

Лабораторная работа № 1. Исследование зависимости сопротивления полупроводниковых материалов от температуры

Лабораторная работа № 2. Исследование зависимости электропроводности твердых диэлектриков от температуры

Лабораторная работа № 3. Исследование зависимости от температуры диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь диэлектриков.

Лабораторная работа № 4. Исследование зависимости от температуры параметров ферритовых материалов

5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов, осуществление обратной связи с аудиторией с помощью закрепления изученного материала в форме диалога.

Лабораторное занятие – занятие, посвященное освоению конкретных практических умений и навыков и закреплению с помощью эксперимента, полученных на лекции знаний.

Консультация – занятие, посвящённое консультациям по организации самостоятельной работы, ответам на вопросы студентов или разбору трудных тем.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- Adobe Acrobat Reader.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Покровский Ф.Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 350 с.

2. Кротова Е.И. Радиоматериалы и радиокомпоненты: Практикум [Электронный ресурс] / Е.И. Кротова; Яросл. гос. ун-т им. П.Г. Демидова.- Ярославль: ЯрГУ, 2016. -59 с. – URL: <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20160704.pdf>

б) дополнительная литература

1. Артемов К. С. Усилительные каскады на биполярных транзисторах: метод. указания. / К. С. Артемов, Н. Л. Солдатова; Науч.-метод. совет ун-та; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова - Ярославль: Б.и., 2007. - 39 с.: прил. Электронная версия: <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20070701.pdf>

в) ресурсы сети «Интернет»:

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для лабораторных занятий – списочному составу группы обучающихся (группа обучающихся делится на две подгруппы).

Автор(ы):

доцент кафедры
цифровых технологий и
машинного обучения, к.т.н.

Кротова Е.И.

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Материалы электронной техники»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

Список вопросов для устного опроса по контролю остаточных знаний студентов
(проверка сформированности ОПК-1, индикаторы ИД-ОПК-1_1 и ИД-ОПК-1_2, ОПК-2, индикаторы ИД-ОПК-2_1 и ИД-ОПК-2_2)

1. Классификация веществ.
2. Основные свойства твердых веществ.
3. Основные свойства жидкостей.
4. Основные свойства газообразных веществ.
5. Аморфные вещества.
6. Классификация веществ с помощью зонной теории.
7. Электрическая проводимость веществ.
8. Виды носителей зарядов.
9. Электрический ток. Закон Ома для участка цепи.
10. Удельное сопротивление.
11. Закон Кулона. Напряженность электрического поля.
12. Электрическая емкость. Конденсаторы.
13. Причины возникновения магнитного поля.
14. Напряженность магнитного поля.
15. Индуктивность. Катушки индуктивности.
16. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
17. Контактные явления в полупроводниках.
18. Устройство диода.
19. Устройство транзистора.
20. Устройство простейших логических электронных элементов.

**2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной
аттестации**

*(проверка сформированности ОПК-1, индикаторы ИД-ОПК-1_1 и ИД-ОПК-1_2, ОПК-2, индикаторы ИД-ОПК-2_1 и ИД-ОПК-2_2)
(Билет содержит два вопроса)*

1. Виды материалов, используемых в конструкциях РЭС.
2. Основные физические свойства материалов, используемых в РЭС.
3. Причины возникновения дефектов кристаллической решетки материалов.
4. Основные показатели, характеризующие электрические свойства металлических материалов.
5. Основные показатели, характеризующие тепловые свойства металлических материалов.
6. Основные показатели, характеризующие механические свойства металлических материалов.
7. Классификация электроизоляционных материалов.

8. Основные электрические свойства электроизоляционных материалов.
9. Физико-химические свойства электроизоляционных материалов.
10. Основные виды неорганических электроизоляционных материалов.
11. Основные виды органических электроизоляционных материалов.
12. Пьезоэлектрические материалы.
13. Свойства электретных материалов.
14. Основные виды магнитных материалов.
15. Особенности магнитных материалов, придающие им магнитные свойства.
16. Основные характеристики магнитных материалов.
17. Основные типы полупроводниковых материалов.
18. Собственные и примесные полупроводники.
19. Фотопроводность полупроводников.
20. Назначение конструкционных материалов в составе РЭС.
21. Основные требования к конструкционным материалам.
22. Классификация резисторов.
23. Маркировка резисторов.
24. Основные технические характеристики резисторов.
25. Классификация конденсаторов.
26. Маркировка конденсаторов.
27. Основные характеристики конденсаторов.
28. Основные виды катушек индуктивности.
29. Маркировка катушек индуктивности.
30. Маркировка катушек индуктивности.
31. Основные виды коммутирующих компонентов.
32. Полупроводниковые компоненты.
33. Маркировка полупроводниковых компонентов.
34. Акустоэлектронные компоненты РЭС.
35. Оптоэлектронные компоненты РЭС.

Критерии оценивания ответов на вопросы билета

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Соответствие ответа вопросу	Хотя бы частичное (<i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i>)	Полное	Полное
Наличие примеров	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически ко всем утверждениям
Содержание ответа	Понятийные вопросы изложены с классификациями, проблемные с постановкой проблемы и изложением различных точек зрения. Имеются ошибки или пробелы.	Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	Исчерпывающий полный ответ

3. Описание процедуры выставления зачета

В зависимости от уровня сформированности компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, ответ которого на вопросы билета соответствует уровню не ниже порогового.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, ответ которого на вопросы билета соответствует уровню ниже порогового.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Материалы электронной техники»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой усвоения учебного материала по дисциплине «**Материалы электронной техники**» является посещение лекций и лабораторных работ, самостоятельная работа студента.

Освоить вопросы дисциплины «**Материалы электронной техники**» самостоятельно студенту достаточно сложно. Посещение всех предусмотренных лекционных и лабораторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных самостоятельных занятий в течение семестра сдать зачет крайне затруднительно.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

1. Для самостоятельной работы рекомендуется использовать учебную литературу, указанную в разделе №8 данной рабочей программы.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

2. Личный кабинет (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

3. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ

(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

4. Электронная картотека «Книгообеспеченность»

(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.