

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Факультет физико-технический
Кафедра радиоп физики и инфокоммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ
проректор

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриат
Направление подготовки	03.03.03 Радиоп физика
Профиль подготовки	Радиоп физика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «**Материалы электронной техники**» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика (Профиль: Радиофизика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 912 (с изм. и доп.). Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчики:

Ст. преподаватель
кафедры радиофизики
и инфокоммуникационных технологий
Ст. преподаватель
кафедры радиофизики
и инфокоммуникационных технологий



В. В. Долбещенков



Н.В. Долбещенкова

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой



В.В. Данилов

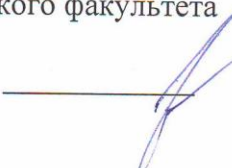
СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета
28.03.2024 г.



С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2
Председатель



В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной образовательной программы
д-р тех. наук, проф.
26.03.2024 г.



В.В. Данилов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины: Математический анализ, Электричество и магнетизм, Колебания и волны, оптика, Радиотехнические цепи и сигналы, Радиоэлектроника.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Электроника СВЧ, Функциональная электроника, Производственная практика: преддипломная практика.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.03. Радиофизика (Профиль: Радиофизика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.20 Материалы электронной техники
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор вуза
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	3	6	32	32	0	44	108	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Ознакомление с физическими принципами работы, характеристиками и параметрами материалов, применяемых в электронной технике, в том числе для создания электронных узлов и микросхем.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-2. Обладает достаточными знаниями в области электроники, электронной аппаратуры, в том числе СВЧ и оптического диапазона, антенно-	ПК-2.1. Обладает достаточными знаниями в области электроники, электронной аппаратуры, необходимыми при проведении научно-исследовательских	ПК-2.1.1. Знает физическую сущность процессов, протекающих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах при их использовании в современных устройствах электронной техники различного функционального назначения. ПК-2.1.2. Умеет ориентироваться среди широкой номенклатуры материалов и элементов электронной техники, проводить обоснованный выбор наиболее

фидерных систем, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ и экспериментов по профилю подготовки.	работ и экспериментов по профилю подготовки.	целесообразного материала при решении конкретной задачи. ПК-2.1.3. Имеет представление о особенностях и основных методах экспериментального измерения основных параметров и характеристик материалов.
--	--	--

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Материалы электронной техники	
Введение.	Основные понятия и классификация материалов электронной техники. Типы химической связи и влияние ее на строение и свойства материалов. Общие физико-химические свойства и параметры материалов. Механические, теплофизические свойства и параметры материалов. Роль электротехнических материалов в современной технике.
Проводники	Физическая природа и основные свойства металлов и сплавов. Строение металлов и сплавов. Элементы зонной теории твердого тела. Физическая природа электропроводности металлов. Влияние на электропроводность температуры, примесей и других структурных дефектов. Виды металлов и сплавов.
Полупроводники	Природа электропроводности полупроводников. Факторы, влияющие на электропроводность полупроводников. Полупроводниковые химические соединения, материалы на их основе и применение в электронике. Электрофизические свойства полупроводников. Характерные особенности полупроводниковых материалов. Материалы для полупроводниковых приборов. Основные параметры полупроводниковых материалов. Классификация полупроводников. Простые полупроводники, полупроводниковые соединения. Материалы, применяемые в производстве полупроводниковых микросхем.
Диэлектрики	Основные свойства и физические процессы в диэлектриках. Явления поляризации электропроводности, диэлектрических потерь и пробоя диэлектриков, параметры, их характеризующие. Теплофизические и физико-химические свойства диэлектриков. Активные диэлектрики: сегнетоэлектрики и пьезоэлектрики.
Магнитные материалы	Основные свойства и общие сведения о магнитных свойствах материалов. Общие сведения о магнитных свойствах материалов: диамагнетиков, парамагнетиков, антиферромагнетиков, ферромагнетиков и ферримагнетиков. Природа ферромагнетизма. Основные магнитные характеристики. Влияние различных факторов на свойства магнитных материалов

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 6

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Раздел 1. Материалы электронной техники	32	32	0	44	108
Введение.	6			8	14
Проводники	6	8		8	22
Полупроводники	6	8		8	22
Диэлектрики	8	8		12	28
Магнитные материалы	6	8		8	22
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	32	32	0	44	108

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Как можно классифицировать материалы электронной техники? Охарактеризуйте особенности каждой классификационной группы.
2. Почему проводниковые материалы (в частности, металлы) обладают высокой электропроводностью и теплопроводностью? Как влияют на электропроводимость примеси и другие структурные дефекты?
3. В чем состоит особенность проводимости тонких металлических пленок?
4. В каких случаях необходимо получить возможно меньшую, а в каких случаях - возможно большую термоЭДС?
5. Какие проводниковые материалы обладают высокой электропроводностью? Почему? Каковы их области применения в электронной технике?
6. Какие проводниковые материалы относятся к материалам высокого электросопротивления? Почему? Приведите примеры их использования для изготовления проволочных резисторов.
7. Какие материалы используются для изготовления термопар? Приведите их классификацию в зависимости от диапазона измеряемых температур.
8. Какие тугоплавкие материалы применяются в электронной технике? Опишите их свойства.
9. Какие материалы используются при пайке? Каковы их свойства и назначение? Дайте их классификацию.
10. Какие неметаллические проводящие материалы используются в электронной технике и для каких целей?
11. Рассмотрите характерную температурную зависимость удельного сопротивления металлических проводников в широком диапазоне температур (до температуры, превышающей температуру плавления).
12. В чем сущность электронной эмиссии металлов? Где в электронной технике используется это явление?
13. Какие факторы и как влияют на величину удельного сопротивления металла?
14. При каких условиях в цепи, состоящей из двух различных металлических проводников, возникает термоЭДС?
15. Рассмотрите материалы, применяемые в производстве интегральных микросхем для создания токопроводящих коммутационных дорожек и обкладок конденсаторов.
16. Какие материалы используются для изготовления металлопленочных и металлооксидных резисторов? Какие существуют методы их формирования?
17. Какие материалы используются для изготовления композиционных резисторов?

18. Что такое собственный полупроводник? Какова природа его электропроводности?
19. Как влияют донорные и акцепторные примеси на электропроводность полупроводника?
20. Как влияет температура на электропроводность примесного полупроводника в широком интервале температур?
21. В чем состоит сущность явления фотопроводимости?
22. Что такое люминесценция? Какие материалы являются люминофорами?
23. Какие существуют методы для определения типа электропроводности полупроводника?
24. Охарактеризуйте группу полупроводниковых материалов. Какие особенности имеет эта группа по сравнению с проводниками и диэлектриками?
25. Какие виды электропроводности имеют место в полупроводниках? Чем они обусловлены?
26. Чем обусловлена высокая термочувствительность, электропроводности полупроводников?
27. В чем состоит сущность фотоэлектрических явлений в полупроводнике?
28. Произведите классификацию полупроводниковых материалов и охарактеризуйте каждую группу.
29. В чем состоит особенность контакта двух полупроводниковых материалов с разным типом электропроводности? Чем он характеризуется? Где находит применение?
30. В чем состоит сущность термоэлектрических явлений в полупроводниках?
31. Какие материалы используются в квантовой оптической электронике?
32. Рассмотрите характерные особенности германия и кремния как полупроводниковых материалов. Где находят применение эти материалы?
33. Рассмотрите несколько конкретных примеров наиболее широко применяемых полупроводниковых соединений.
34. Рассмотрите кремний как материал для полупроводниковой технологии.
35. Какие факторы, как и почему могут изменять электропроводность полупроводниковых материалов?
36. Какие явления могут иметь место в диэлектрике при помещении его в электрическое поле? Кратко охарактеризуйте каждое явление.
37. В чем состоит сущность процесса поляризации? Каким параметром оценивается степень поляризованности диэлектрика?
38. Какие виды поляризации вам известны? В чем состоят их особенности?
39. Сравните между собой дипольно-релаксационную и спонтанную поляризацию. Что между ними общего? В чем их различие?
40. Произведите классификацию диэлектриков по особенностям поляризации. Охарактеризуйте каждую группу.
41. В чем заключается процесс поляризации полярных диэлектриков? Как влияет тип поляризации в полярном диэлектрике на величину диэлектрической проницаемости и ее зависимость от температуры и частоты?
42. Что такое сегнетоэлектрики? В чем заключается особенность их свойств?
43. Проанализируйте свойства нейтральных диэлектриков. Отметьте их достоинства и недостатки.
44. Что собой представляет спонтанная поляризация? В чем состоят ее особенности?
45. Какими параметрами характеризуется способность диэлектриков пропускать электрический ток?
46. Какие типы электропроводности (по типу носителя заряда) возможны в диэлектриках? Охарактеризуйте каждый тип.

47. В чем состоит особенность электропроводности твердых, жидких и газообразных диэлектриков?

48. Как и почему влияет влажность на электропроводность твердых диэлектриков? Каковы способы борьбы с влиянием влажности?

49. Рассмотрите факторы, влияющие на поверхностную электропроводность диэлектриков.

50. Почему влага оказывает сильное влияние на электроизоляционные свойства твердых диэлектриков? Каковы пути уменьшения этого влияния?

51. Каким параметром оцениваются потери энергии в диэлектрике? Раскройте его смысл на основании анализа эквивалентных схем диэлектрика.

52. Как можно классифицировать диэлектрические потери в зависимости от причин, которые их вызывают? Охарактеризуйте каждую группу.

53. Какова природа релаксационных потерь энергии в диэлектрике?

54. В каких диэлектриках и при каких условиях важную роль играют потери на ионизацию?

55. Рассмотрите особенности диэлектрических потерь в твердых, жидких и газообразных диэлектриках.

56. Каков механизм пробоя газообразного диэлектрика?

57. Какие механизмы пробоя возможны в твердых диэлектриках? Охарактеризуйте каждый механизм.

58. Рассмотрите тепловой пробой твердого диэлектрика. Ответ иллюстрируйте.

59. Какие факторы и как влияют на электрическую прочность газообразного диэлектрика?

60. Рассмотрите основные тепловые свойства диэлектриков.

61. Почему влага ухудшает электроизоляционные свойства диэлектриков?

62. Рассмотрите, влажностные свойства диэлектриков.

63. Какими параметрами оцениваются механические свойства диэлектриков? Что они характеризуют?

64. Что подразумевается под термином «активные диэлектрики»? Какие вам известны типы активных диэлектриков? Охарактеризуйте каждый тип.

65. Рассмотрите возможные области применения сегнетоэлектриков как активных диэлектриков.

66. Какие материалы обладают пьезоэлектрическими свойствами? Где они находят применение?

67. Какие материалы используются для изготовления подложек микросхем? Обоснуйте их применение для этой цели.

68. Рассмотрите классификацию материалов по отношению к магнитному полю. Охарактеризуйте каждую группу.

69. Объясните причину высоких магнитных свойств ферромагнетиков.

70. Рассмотрите процессы, протекающие в ферромагнетике при намагничивании.

71. Какие причины вызывают потери энергии в магнитном материале?

72. Какова структура магнитодиэлектриков? В чем состоит особенность их свойств?

73. Что собой представляют ферромагнетики? Чем они существенно отличаются от ферромагнетиков?

74. Рассмотрите магнитомягкие низкочастотные и высокочастотные материалы.

75. В чем состоит различие между магнитомягкими и магнитотвердыми материалами? Рассмотрите их на конкретных примерах.

76. Рассмотрите магнитотвердые материалы различных типов.

77. Какие материалы используются для магнитной записи информации?

78. Какую функцию выполняют ферриты в устройствах СВЧ? Какие требования предъявляются к таким ферритам?

79. Каково назначение магнитострикционных материалов? Рассмотрите материалы, проявляющие эффект магнитострикции.

80. Рассмотрите применение ферритов и металлических сплавов с прямоугольной петлей гистерезиса.

81. Какие материалы относятся к низкокоэрцитивным сплавам? Проанализируйте их применение.

7.2. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

Донецкий государственный университет		
Физико-технического факультета		
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий		
Программа высшего образования	Программа бакалавриата	
Направление подготовки	03.03.03 Радиофизика	
Профиль подготовки	Радиофизика	
Форма обучения	Очная	
Семестр	Шестой	
Дисциплина	Материалы	электронной
	техники	

Экзаменационный билет № 1

1. Какие материалы используются для изготовления термопар? Приведите их классификацию в зависимости от диапазона измеряемых температур.
2. Произведите классификацию диэлектриков по особенностям поляризации. Охарактеризуйте каждую группу.
3. Что собой представляют ферримагнетики? Чем они существенно отличаются от ферромагнетиков?

Утверждено на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий, протокол № 14 от 21.02.2024 г.

Заведующий кафедрой

В.В. Данилов

Экзаменатор

В.В. Долбещенков

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 6

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	10
	Лабораторные работы	35
ИТОГО		50
Экзамен		50
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4-м корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi. Для проведения лабораторных занятий требуется учебная лаборатория, укомплектованная необходимым оборудованием.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

При использовании дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники: Учеб. для студ. вузов. - СПб.; Лань, 2001.-368с.

2. Маслов Ю.Н., Ситов Н.Н., Жукова М.Н. Электротехническое и конструкционное материаловедение: учебное пособие/ ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2019. – 109 с.

10.2. Дополнительная литература

3. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев В.М. Электротехнические материалы: Учебник для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 304 с.

4. Материалы современной электроники : [учеб. пособие] / В. Ф. Марков, Х. Н. Мухамедзянов, Л. Н. Маскаева ; [под общ. ред. В. Ф. Маркова] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 272 с

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

2. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

3. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).