

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

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

Физико-технический факультет  
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий



П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### РАДИОФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	03.03.02 Физика
Профиль подготовки	Физика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Радиофизическая электроника» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль: Физика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 891 (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.

Разработчик:  
ст. преподаватель



В. В. Долбешенков

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,  
кандидат физико-математических наук



А. В. Безус

26.03.2024 г.

## 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, Общая и экспериментальная физика (Электричество и магнетизм).

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

Производственная: преддипломная практика;

Подготовка и сдача и сдача государственного экзамена;

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.02 Физика (Профиль: Физика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.13 Радиофизическая электроника
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 + контактная	всего	
Очная	3	5	34	-	34	40	108	Экзамен

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Приобретение студентами теоретических знаний в области полупроводниковой радиоэлектроники, изучение принципов действия, характеристик, и особенностей использования в радиотехнических цепях основных типов активных приборов, принципов построения электронных схем.

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

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-3 Способен проводить и управлять результатами научных	ПК-3.9 Обладает основами теоретических знаний в	ПК-3.9.1 Знает теоретические основы движения носителей зарядов в электрическом и магнитном полях.

исследований и опытно-конструкторских работ в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.	области полупроводниковой электроники	ПК-3.9.2 Имеет представление о физических процессах, лежащих в основе работы полупроводниковых активных и пассивных элементов электронной техники
	ПК-3.10 Обладает теоретическими знаниями в области построения базовых электронных схем	ПК-3.10.1 Знает принципы построения базовых электронных схем ПК-3.10.2 Имеет представление о возможных областях применения базовых электронных схем.

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
<b>Раздел 1. Базовые элементы радиоэлектроники</b>	
1. Введение в дисциплину.	1.1. Структура дисциплины, ее место в программе профессиональной подготовки. Основные понятия, цели, составляющие. 1.2. Классификация элементов РЭА.
2. Общие сведения о полупроводниковых элементах РЭА	2.1. Понятие «полупроводник». Зонная теория проводимости. 2.2. Свойства полупроводниковых материалов. Собственная и примесная проводимость. 2.3. p-n – переход. Переход металл – полупроводник.
3. Полупроводниковые диоды.	3.1. Принцип действия. Классификация. Выпрямительные диоды. 3.2. Стабилитроны. Универсальные и импульсные диоды. Варикапы. Туннельные и обращенные диоды. 3.3. Общие сведения о диодах СВЧ диапазона.
4. Биполярные транзисторы	4.1. Принцип действия. Классификация. Основные параметры. 4.2. Статические характеристики. Схемы включения. 4.3. Транзистор как активный четырехполюсник. h-параметры. 4.4. Эквивалентные схемы замещения.
5. Тиристоры	5.1. Структура, принцип работы, транзисторная модель диодного тиристора (динистора). Вольтамперная характеристика динистора. 5.2. Тринистор. Симметричные тиристоры (симисторы)

6. Полевые транзисторы	<p>6.1. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом. Принцип действия. Основные параметры. Статические характеристики. Схемы включения.</p> <p>6.2. Полевой транзистор с изолированным затвором. Принцип действия. Основные параметры. Статические характеристики. Схемы включения.</p> <p>6.3. Полевые транзисторы в запоминающих устройствах. Сравнительная характеристика полевых и биполярных транзисторов.</p>
7. Оптические полупроводниковые элементы РЭА	<p>7.1. Фоторезисторы. Фотодиоды. Два режима работы фотодиодов. Фототранзисторы.</p> <p>7.2. Светодиоды. Полупроводниковые лазеры. Оптипары.</p>
<b>Раздел 2. Радиоэлектронные устройства</b>	
8. Выпрямители	<p>8.1. Принципы выпрямления переменного тока. Виды выпрямителей. Коэффициент пульсаций.</p> <p>8.2. Сглаживающие фильтры.</p>
9. Стабилизаторы	<p>9.1. Основные параметры стабилизаторов. Параметрические стабилизаторы напряжения и тока.</p> <p>9.2. Компенсационные стабилизаторы напряжения и тока. Импульсные стабилизаторы.</p>
10. Электронные усилители	<p>10.1. Классификация усилителей. Основные технические показатели и характеристики усилителей. Обратная связь в усилителях.</p> <p>10.2. Принцип работы усилительного каскада напряжения низкой частоты. Многокаскадные усилители. Широкополосные усилители. Усилители постоянного тока (УПТ). Выходные каскады усиления (усилители мощности).</p> <p>10.3. Усилители класса А, В, АВ, С, Д.</p>
11. Операционные усилители	<p>11.1. Общие сведения. Основные характеристики. Дифференциальный усилитель.</p> <p>11.2. Неинвертирующая схема включения ОУ. Инвертирующая схема включения ОУ.</p>
12. Генераторы	<p>12.1. Принцип работы генераторов. Баланс фаз и баланс амплитуд. Режимы самовозбуждения генератора.</p> <p>12.2. Генераторы гармонических колебаний.</p> <p>12.3. Генераторы релаксационных колебаний.</p> <p>12.4. Генераторы на операционных усилителях.</p>
13. Основы цифровых интегральных схем.	<p>13.1. Основные параметры и характеристики логических элементов. Классификация логических элементов.</p> <p>13.2. Базовые элементы различных типов логики</p>

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+ конт	Всего
<b>Раздел 1. Базовые элементы радиоэлектроники</b>	<b>17</b>		<b>16</b>	<b>18</b>	<b>51</b>
1. Введение в дисциплину.	1			1	2
2. Общие сведения о полупроводниковых элементах РЭА	3		4	2	9
3. Полупроводниковые диоды.	2		4	4	10
4. Биполярные транзисторы	3		4	4	11
5. Тиристоры	2			1	3
6. Полевые транзисторы	4		4	4	12
7. Оптические полупроводниковые элементы РЭА	2			2	4
<b>Раздел 2. Радиоэлектронные устройства</b>	<b>17</b>		<b>18</b>	<b>22</b>	<b>57</b>
8. Выпрямители	2		4	4	10
9. Стабилизаторы	2		4	4	10
10. Электронные усилители	4		4	5	13
11. Операционные усилители	2		2	1	5
12. Генераторы	4		2	4	10
13. Основы цифровых интегральных схем.	3		2	4	9
<b>ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>40</b>	<b>108</b>

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

### 7.1. Контрольные вопросы

#### Раздел 1 Базовые элементы радиоэлектроники

1. Зонная теория проводимости. Основные отличия полупроводников от проводников и диэлектриков.
2. Свойства полупроводниковых материалов. Собственная и примесная проводимость.
3. p-n переход, принцип действия, основные свойства и характеристики.
4. Переход металл-полупроводник, основные свойства и характеристики..
5. Выпрямительные диоды. Стабилитроны.
5. Высокочастотные и импульсные диоды. Варикапы.
6. Туннельные диоды.
7. Принцип действия биполярных транзисторов. Классификация. Основные параметры.
8. Статические характеристики биполярных транзисторов.
9. Схемы включения биполярных транзисторов.
10. Транзистор как активный четырехполюсник. h-параметры.
11. Эквивалентные схемы замещения биполярных транзисторов.

12. Однопереходной транзистор.
13. Диодный тиристор (динистор). Вольтамперная характеристика динистора.
14. Триодный тиристор (тринистор). Симметричные тиристоры (симисторы).
15. Транзисторная модель диодного тиристора.
16. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом. Принцип действия. Основные параметры. Статические характеристики. Схемы включения.
17. Полевой транзистор с изолированным затвором. Принцип действия. Основные параметры. Статические характеристики. Схемы включения.
18. Сравнительная характеристика полевых и биполярных транзисторов.
19. Оптические излучающие полупроводниковые приборы.
20. Принцип действия фоторезистора, основные характеристики, область применения.
21. Принцип действия фотодиода, основные характеристики, область применения.
22. Сравнительная характеристика фоторезисторов, фотодиодов, фототранзисторов.
23. Назначение оптопар, их основные преимущества и недостатки.

## Раздел 2 Радиоэлектронные устройства

1. Принципы выпрямления переменного тока. Виды выпрямителей.
2. Коэффициент пульсаций. Сглаживающие фильтры.
3. Параметрические стабилизаторы напряжения и тока.
4. Компенсационные стабилизаторы напряжения и тока.
5. Импульсные стабилизаторы.
6. Сравнительная характеристика различных видов стабилизаторов.
7. Классификация усилителей. Основные технические показатели и характеристики усилителей.
8. Обратная связь в усилителях. Эффект Миллера.
9. Принцип работы усилительного каскада напряжения низкой частоты.
10. Многокаскадные усилители. Широкополосные усилители.
11. Выходные каскады усиления (усилители мощности).
12. Усилители класса А, В, АВ, С, Д.
13. Основные характеристики ОУ.
14. Дифференциальный усилитель.
15. Неинвертирующая схема включения ОУ. Инвертирующая схема включения ОУ.
16. Принцип работы генераторов. Условия самовозбуждения.
17. RC-генераторы гармонических колебаний.
18. LC-генераторы гармонических колебаний.
19. Мультивибратор, принцип работы, достоинства и недостатки, область применения.
20. Блокинг-генератор, принцип работы, достоинства и недостатки, область применения.
21. Генератор линейного изменяющегося напряжения (ГЛИН), принцип работы, достоинства и недостатки, область применения.
22. Генераторы гармонических колебаний на операционных усилителях.
22. Генераторы релаксационных колебаний на операционных усилителях
23. Основные параметры и характеристики логических элементов. Общие сведения и классификация логических элементов.
24. Базовый элемент транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ).
25. Базовый элемент эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ).
26. Базовый элемент интегральной инжекционной логики (И<sup>2</sup>Л).
27. Базовые логические элементы на МДП-транзисторах.

## 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	03.03.02 Физика
Профиль подготовки	Физика
Форма обучения	Очная
Семестр	Пятый
Дисциплина	Радиофизическая электроника
Экзаменационный билет № 1	
1. Эквивалентные схемы замещения биполярных транзисторов. 2. Обратная связь в усилителях. Эффект Миллера. 3. Определить выходную мощность усилителя, если коэффициент усиления по току равен 50, сопротивление нагрузки усилителя составляет 100 Ом, а входной ток 2 мА..	
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, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

### 8.1. Семестр 5

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	5
	Практические работы	40
<b>ИТОГО</b>		<b>50</b>
<b>Экзамен</b>		<b>50</b>
<b>Общий итог за семестр</b>		<b>100</b>



## 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 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. Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника : (Полный курс) / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров ; Под ред. О. П. Глудкина. - М. : Горячая Линия-Телеком, 2000. - 768 с.

2. Прянишников, В. А. Электроника : Курс лекций / В. А. Прянишников. - 2-е изд. - СПб. : Корона принт, 2000. - 416 с.

3. Першин, В. Т. Основы современной радиоэлектроники: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Т. Першин. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. - 541 с.

4. Петров, К. С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: [Учеб. пособие для студентов вузов по направлению 654200 "Радиотехника"] / К. С. Петров. - СПб. и др. : Питер, 2003. - 511 с.

5. Лабораторные работы по электронике: учебно-методическое пособие / Сост.: В.В. Долбещенков. – Донецк: ДонНУ, 2020. - Электронные текстовые данные (1 файл).

### 10.2. Дополнительная литература

1. Электротехника и электроника : Учеб. пособие для вузов / В. В. Кононенко, В. И. Мишкович, В. В. Муханов и др. ; Под ред. В. В. Кононенко. - Ростов н/Д : Феникс, 2004. - 748 с.

2. Кучумов, А. И. Электроника и схемотехника : Учеб. пособие для студентов по специальности "Компьютер. безопасность" и "Комплексное обеспечение информ. безопасности автоматизир. систем" / А. И. Кучумов. - 2-е изд. - М. : Гелиос АРВ, 2004. - 335 с.

3. Степаненко, И. П. Основы микроэлектроники : Учеб. пособие для вузов / И.П. Степаненко ; Техн. ун-т. - 2-е изд. - М. : Лаб. Баз. Знаний ; СПб. : Невский диалект, 2001. - 488 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).