

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50  
Уникальный программный ключ:  
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации  
производственных процессов  
Кафедра электроники и радиофизики



УТВЕРЖДАЮ  
И.о. проректора по учебной работе  
Д.В. Мулов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Твердотельная электроника  
(наименование дисциплины)

03.03.03 Радиофизика  
(код, наименование направления)

Инженерно-физические технологии в промышленности  
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр  
(бакалавр/специалист/магистр)  
Форма обучения очная, очно-заочная  
(очная, очно-заочная, заочная)

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

Дисциплина «Твердотельная электроника» является основой теоретической подготовки бакалавров, направленной на формирование у студентов основных понятий об методах, компонентах и особенностях твердотельной электроники.

*Цели дисциплины:*

дать базовые знания физических основ работы основных типов активных полупроводниковых приборов, режимов их работы в электрических цепях и устройствах.

*Задачи дисциплины:*

Изучение явлений электронного переноса в твердом теле, контактных явлений на границе металл-полупроводник;

Изучение принципа работы, характеристик и параметров полупроводниковых диодов, биполярных транзисторов, тиристоров, металл – диэлектрик – полупроводник (МДП)–транзисторов, приборов с переносом заряда.

*Дисциплина направлена на формирование профессиональных (ПК-1, ПК-5) компетенций выпускника.*

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: входит в формируемую участниками образовательных отношений часть БЛОКА 1 «Дисциплины (модули)» подготовки обучающихся по направлению 03.03.03 Радиофизика (профиль «Инженерно-физические технологии в промышленности»).

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики.

Основывается на базе дисциплин: «Высшая математика», «Электричество и магнетизм», «Физика конденсированного состояния», «Электронные и полупроводниковые приборы».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Физическая электроника», «Квантовая электроника. Квантовые приборы».

Дисциплина способствует углубленной подготовке к решению специальных практических профессиональных задач и формированию необходимых компетенций.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетные единицы, 180 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак. ч.), лабораторные (36 ак. ч.) занятия и самостоятельная работа обучающегося (108 ак. ч.). Дисциплина изучается в 5 семестре.

Для очно-заочной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (14 ак.ч.), практические (8 ак.ч.), занятия и самостоятельная работа студента (158 ак.ч.). Дисциплина изучается в 7 семестре.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

### 3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Твердотельная электроника» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способность к осуществлению исследований физических явлений радиофизическими методами	ПК-1	ПК-1.1 Понимает принципы работы основного профессионального оборудования, производит установку, настройку и анализирует работоспособность специализированного оборудования и вычислительных систем, используемых в профессиональной области.
Способен применять на практике профессиональные знания и умения в сфере производства, внедрения и эксплуатации электронных приборов и систем различного назначения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК-5	ПК-5.2. Описывать устройство, принципы работы и правила эксплуатации электронных и оптических приборов и устройств, а также систем различного назначения

#### 4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачетные единицы, 180 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		5
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	36	-36
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	108	108
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	36	36
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	-	-
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание (индивидуальное задание)	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	9	9
Аналитический информационный поиск	-	-
Работа в библиотеке	18	18
Подготовка к экзамену	36	36
Промежуточная аттестация – экзамен	Э	Э
Общая трудоёмкость дисциплины		
	ак.ч.	180
	з.е.	5

## 5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 6 тем:

- **Тема 1.** Основные положения.
- **Тема 2.** Биполярные транзисторы.
- **Тема 3.** Частотные зависимости коэффициентов усиления тока в схемах с заземленной базой или эмиттером.
- **Тема 4.** Тиристоры.
- **Тема 5.** Полевые транзисторы.
- **Тема 6.** Оптоэлектронные приборы.

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
5-й семестр							
1	Основные положения.	Содержание и задачи курса. Основные положения. Классификация и условные обозначения твердотельных приборов. Полупроводниковые диоды	6	-	-	Использование измерительного оборудования (осциллограф, генератор, мультиметр) для измерения характеристик полупроводниковых приборов	8
2	Биполярные транзисторы.	Биполярные транзисторы. Понятие об эффективности эмиттера, коэффициент переноса неосновных носителей заряда, коэффициент усиления тока.	6	-	-		
3	Частотные зависимости коэффициентов усиления тока в схемах с заземленной базой или эмиттером.	Частотные зависимости коэффициентов усиления тока в схемах с заземленной базой или эмиттером. Понятие о критической частоте. Методы повышения критической частоты. Дрейфовые транзисторы. СВЧ- транзисторы.	6	-	-	Система справочных параметров диодов. Расчет параметров диодов с использованием их ВАХ. Проверка на тематических стендах.	6
4	Тиристоры	Тиристоры. Структура, основные физические процессы, принцип действия. Вольтамперная характеристика. Двухтранзисторная модель.	6	-	-	Расчет простых схем с диодами, стабилитронами, стабилиторами, тиристорами.	6
5	Полевые транзисторы.	Полевые транзисторы. Эффект поля. Распределение потенциала и поля в приборе. Статические вольтамперные характеристики. Типы и основные параметры транзисторов с р-п- переходом.	6	-	-	Система справочных параметров биполярных транзисторов. Расчет параметров биполярных транзисторов с использованием	8

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		Полевой транзистор металл-оксид-полупроводник.				их ВАХ. Проверка на стендах.	
6	Оптоэлектронные приборы	Оптоэлектронные приборы и приборы с объемными эффектами. Планарные технологии в электронике. Интегральные микросхемы	6	-	-	Полевой транзистор с р-п-переходом. Статические вольтамперные характеристики. Полевой транзистор металл-оксид-полупроводник. Разработка простых схем, проверка на стендах.	8
Всего аудиторных часов за семестр			36	-	-	36	

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
7-й семестр							
1	Основные положения.	Содержание и задачи курса. Основные положения. Классификация и условные обозначения твердотельных приборов. Полупроводниковые диоды	2	-	-	Использование измерительного оборудования (осциллограф, генератор, мультиметр) для измерения характеристик полупроводниковых приборов	2
2	Биполярные транзисторы.	Биполярные транзисторы. Понятие об эффективности эмиттера, коэффициент переноса неосновных носителей заряда, коэффициент усиления тока.	4	-	-		
3	Частотные зависимости коэффициентов усиления тока в схемах с заземленной базой или эмиттером.	Частотные зависимости коэффициентов усиления тока в схемах с заземленной базой или эмиттером. Понятие о критической частоте. Методы повышения критической частоты. Дрейфовые транзисторы. СВЧ- транзисторы.	2	-	-	Система справочных параметров диодов. Расчет параметров диодов с использованием их ВАХ. Проверка на тематических стендах.	4
4	Тиристоры	Тиристоры. Структура, основные физические процессы, принцип действия. Вольтамперная характеристика. Двухтранзисторная модель.	2	-	-		
5	Полевые транзисторы.	Полевые транзисторы. Эффект поля. Распределение потенциала и поля в приборе. Статические вольтамперные характеристики. Типы и основные параметры транзисторов с р-п- переходом. Полевой транзистор металл-оксид-полупроводник.	2	-	-		

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
6	Оптоэлектронные приборы	Оптоэлектронные приборы и приборы с объемными эффектами. Планарные технологии в электронике. Интегральные микросхемы	2	-	-	Полевой транзистор с р-п-переходом. Статические вольтамперные характеристики. Полевой транзистор металл-оксид-полупроводник. Разработка простых схем, проверка на стендах.	2
Всего аудиторных часов за семестр			14	-	-	8	

## **6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **6.1 Критерии оценивания**

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» ([https://www.dstu.education/images/structure/license\\_certificate/polog\\_kred\\_modul.pdf](https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf)) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-1, ПК-5	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 коллоквиума) – всего 60 баллов;
- за выполнение лабораторных работ – всего 40 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время экзамена студент имеет право повысить итоговую оценку. Экзамен по дисциплине проводится в форме устного экзамена по вопросам, представленным ниже, либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

### 6.2 Домашнее задание

В качестве домашнего задания обучающиеся выполняют:

- проработка лекционного материала;
- подготовка к лабораторным занятиям.

### 6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

1. Что такое твердотельная электроника, и каковы её основные задачи?
2. Какие материалы используются в твердотельной электронике?
3. Что такое кристаллическая решётка, и какие типы решёток существуют?
4. Какова роль полупроводников в твердотельной электронике?
5. Что такое зонная теория твёрдых тел?
6. Как определяются валентная зона и зона проводимости?
7. Что такое запрещённая зона, и как она влияет на свойства материала?
8. Каковы основные различия между проводниками, полупроводниками и диэлектриками?
9. Что такое собственная проводимость полупроводников?
10. Что такое примесная проводимость полупроводников?
11. Какие типы примесей используются для легирования полупроводников?
12. Что такое донорные и акцепторные примеси?
13. Как легирование влияет на проводимость полупроводников?
14. Что такое р-п-переход, и как он образуется?
15. Каковы основные свойства р-п-перехода?

### 6.4 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Что такое диффузионный и дрейфовый токи в р-п-переходе?
2. Как работает р-п-переход в прямом и обратном смещении?
3. Что такое вольт-амперная характеристика р-п-перехода?
4. Что такое барьерная ёмкость р-п-перехода?

5. Что такое пробой р-п-перехода, и какие типы пробоя существуют?
6. Как работает диод на основе р-п-перехода?
7. Что такое стабилитрон, и как он используется?
8. Как работает светодиод (LED)?
9. Что такое фотодиод, и как он работает?
10. Как работает солнечный элемент на основе р-п-перехода?
11. Что такое биполярный транзистор (БТ), и как он устроен?
12. Каковы основные режимы работы биполярного транзистора?
13. Что такое коэффициент усиления биполярного транзистора?
14. Как работает полевой транзистор (ПТ)?
15. Каковы основные различия между полевыми и биполярными транзисторами?
16. Что такое MOSFET, и как он работает?
17. Что такое JFET, и каковы его особенности?
18. Как работает тиристор, и где он применяется?
19. Что такое оптоэлектронные приборы, и каковы их основные типы?
20. Как работает лазерный диод?
21. Что такое интегральная схема, и как она создаётся?
22. Каковы основные этапы производства интегральных схем?
23. Что такое фотолитография, и как она используется в производстве микросхем?
24. Что такое тонкие и толстые плёнки в твердотельной электронике?
25. Как работают датчики на основе твердотельных элементов?
26. Что такое термоэлектрические явления, и как они используются?
27. Как работает полупроводниковый термоэлемент (элемент Пельтье)?
28. Что такое пьезоэлектрические материалы, и где они применяются?
29. Как работают пьезоэлектрические датчики?
30. Что такое ферроэлектрики, и каковы их свойства?
31. Как работают устройства на основе сегнетоэлектриков?
32. Что такое магнитные материалы в твердотельной электронике?

## **6.5 Примерная тематика курсовых работ**

Курсовые работы не предусмотрены.

## 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Рекомендуемая литература

#### *Основная литература*

1. Физические основы твердотельной электроники: учебно-методическое пособие / Ю. А. Бурачевский, А. С. Климов, А. В. Медовник, Ю. Г. Юшков. - Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2019. - 152 с. - ISBN 978-5-86889-828-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1850334> (дата обращения: 20.03.2024).

2. Дьяконов, В. П. Сверхскоростная твердотельная электроника. Т. 1: Приборы общего назначения: практическое руководство / В. П. Дьяконов. - 2-е изд. - Москва: ДМК Пресс, 2023. - 601 с. - ISBN 978-5-89818-390-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2103638> (дата обращения: 20.03.2024).

#### *Дополнительная литература*

1. Захаров, А. Г. Физика. Введение в твердотельную электронику: учебное пособие / А. Г. Захаров, Н. А. Какурина, Ю. Б. Какурин, А. С. Черепанцев; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. - 107 с. - ISBN 978-5-9275-2621-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1021597> (дата обращения: 20.03.2024).

2. Кольцов, Г. И. Теория и расчет полупроводниковых приборов: твердотельная электроника: лабораторный практикум / Г. И. Кольцов, С. И. Диденко, М. Н. Орлова. - Москва: Изд. Дом МИСиС, 2010. - 83 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1239448> (дата обращения: 20.03.2024).

### 7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт. — Алчевск. — URL: <https://library.dontu.ru>. — Текст: электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова: официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст: электронный.

3. Консультант студента: электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст: электронный.

4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. — URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red). — Текст: электронный.

5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст: электронный.

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
<p>Аудитории для проведения лекционных и практических занятий, для самостоятельной работы:  <i>Компьютерный класс</i>  <i>Персональные компьютеры, локальная сеть с выходом в Internet, проектор Epson, мультимедийный экран, электронный осциллограф, генератор сигналов, мультиметр, частотомер, тематические стенды.</i></p>	<p>ауд. <u>434, 413, 422</u>  корп. <u>главный</u></p>

Лист согласования РПД

Разработал:

Старший преподаватель кафедры  
электроники и радиофизики  
(должность)

  
(подпись)

Р.В. Эссельбах  
(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой  
электроники и радиофизики

  
(подпись)

А.М.Афанасьев  
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания  
кафедры электроники и радиофизики от 30.08.2024.

И.о. декана факультета информационных  
технологий и автоматизации  
производственных процессов

  
(подпись)

В.В. Дьячкова  
(Ф.И.О.)

Согласовано:

Председатель методической комиссии  
по направлению подготовки  
03.03.03 Радиофизика  
(профиль «Инженерно-физические  
технологии в промышленности»)

  
(подпись)

А.М.Афанасьев  
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра

  
(подпись)

О.А. Коваленко  
(Ф.И.О.)

## Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	