

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.В.01**

(индекс дисциплины)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Полупроводниковые приборы

(наименование дисциплины)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

по направлению подготовки (специальности)

Электроника и робототехника

направленность (профиль)/специализация

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 6 ЗЕ

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5	Итого
Форма контроля	Экзамен	
Вид занятий		
Лекции	34	34
Лабораторные	68	68
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0.35	0.35
Контактная работа	102.35	102.35
Самостоятельная работа	78	78
Контроль	35.65	35.65
Итого	216	216

Рабочую программу составил:

доцент, к.т.н., доцент Прядилов А.В.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности)

11.03.04 Электроника и микроэлектроника

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «24» сентября 2023 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

Промышленная электроника

---

(протокол заседания № 2 от «24» сентября 2019 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель – научить студентов принимать обоснованные решения о возможности использования полупроводниковых приборов в заданных условиях эксплуатации.

## 2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина:

- физика
- теоретические основы электротехники

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

- Основы микропроцессорной техники
- Схемотехника

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (учебному курсу), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-1 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, применительно к конкретной профессиональной деятельности, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ИД-1 Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков ИД-2 Владеет навыками компьютерного моделирования	Знать: физические и математические модели приборов
		Уметь: строить простейшие физические и математические модели приборов
		Владеть: типовыми программными средствами моделирования
ПК-3 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ИД-1 Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов ИД-2 Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов ИД-3 Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем/	Знать: способы расчета электронных приборов и схем
		Уметь: выполнять расчет и проектирование электронных приборов
		Владеть: компьютерными средствами автоматизации проектирования
ПК-6 Способен налаживать, испытывать, проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования,	ИД-1ПК-6 Знает методы наладки измерительного, диагностического и технологического оборудования,	Знать: способы испытания измерительного и технологического оборудования в области электроники

<p>ческого оборудования, используемого для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и нанoeлектроники (смежных профессиональных областей деятельности: автоматизации и мехатроники)</p>	<p>используемого в области электроники и нанoeлектроники</p> <p>ИД-2ПК-6 Умеет проводить пусконаладочные работы при внедрении нового оборудования и новых технологических процессов</p> <p>ИД-3ПК-6 Знает методику проектирования дискретных автоматизированных производственных систем</p> <p>ИД-4ПК-6. Умеет обеспечивать взаимодействие основного и вспомогательного технологического оборудования</p>	<p>Уметь: наладывать, испытывать, проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования в области электроники</p> <p>Владеть: методиками по наладиванию и испытанию измерительного, диагностического и технологического оборудования в области электроники</p>
---	---	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Се- местр	Объем, ч.	Бал- лы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль №1	Лек, Лаб, Ср	Введение. Предмет и содержание дисциплины. Основные разделы дисциплины. Основы физики полупроводников.	5	54	25	-	Защита ЛР
		Кинетические явления в полупроводниках, статистика Ферми-Дирака, поверхностные и контактные явления в полупроводниках, контакт металл-диэлектрик-полупроводник (МДП).				-	
		Электрические переходы. Электронно-дырочный переход и его свойства. Вывод и анализ вольт-амперной характеристики идеализированного р-п-перехода.				-	
		Вывод и анализ вольт-амперной характеристики идеализированного р-п-перехода.				-	
Модуль №2	Лек, Лаб, Ср	Особенности ВАХ реальных полупроводниковых приборов. Пробои р-п-перехода. Переходные процессы при переключении реального диода.	5	54	20	-	Защита ЛР
		Выпрямительные, импульсные и высокочастотные диоды.				-	
		Методы расчета нагрузочной способности полупроводниковых приборов.				-	
		Светодиоды и полупроводниковые лазеры. Фотоприемники.				-	
Модуль №3	Лек, Лаб, Ср	Принцип работы и виды биполярных транзисторов. Режимы работы и схемы включения.	5	54	25	-	Защита ЛР
		Модели и работа биполярного транзистора в стационарном и динамических режимах				-	
		Виды и классификация полевых транзисторов.				-	
		Полевые транзисторы с изолированным затвором.				-	
Модуль №4	Лек, Лаб, Ср	Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом.	5	54	20	-	Защита ЛР
		IGBT транзисторы				-	
		Тиристоры. Переходные процессы в тиристоре при включении и выключении				-	
		Посещаемость			10		
Итого:				216	100		

**Схема расчета итогового балла:** БРС 2014 Текущий рейтинг (все занятия и промежуточные тесты) + Результат итогового теста и все делится на 2 + ББ

## **5. Образовательные технологии**

1. Технологии традиционного обучения
  - 1.1. Лекционные занятия
  - 1.2. Практические задания
  - 1.3. Самостоятельная работа
  - 1.4. Лабораторные занятия
  - 1.5. Индивидуальные домашние задания (в качестве вопроса к защите лабораторной работы)
2. Технология модульного обучения
  - 2.1. Разбитие преподаваемого материала на отдельные модули
3. Технология проблемного обучения
  - 3.1. Эвристическая беседа
  - 3.2. Дискуссия
  - 3.3. Учебное исследование
4. Технология обучения в сотрудничестве
  - 4.1. Разбиение студентов на команды для решения конкретных задач
5. Интерактивные технологии
  - 5.1. Демонстрационный метод обучения
  - 5.2. Работа в группах
  - 5.3. Эвристическая беседа

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

Рекомендуется посещение лекционных занятий; самостоятельное изучение материала; выполнение, оформление и защита лабораторных работ.

## **7. Оценочные средства**

### **7.1. Паспорт оценочных средств**

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ПК-1	Выполнение и защита лабораторных работ. Вопросы к экзамену.
5	ПК-3	Выполнение и защита лабораторных работ. Вопросы к экзамену.
5	ПК-6	Выполнение и защита лабораторных работ. Вопросы к экзамену.

### **7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля**

#### **7.2.1. Выполнение и защита лабораторных работ**

##### **Типовой пример задания:**

Выполнить, оформить и защитить лабораторную работу

##### **Краткое описание и регламент выполнения**

Лабораторные выполняются в бригадах. Лабораторная должна быть выполнена. Результаты оформлены в виде отчета. Далее студент должен защитить работу, ответив на теоретический или практический вопрос.

##### **Критерии оценки:**

Лабораторная не выполнена: студент получает отрицательные штрафные баллы.  
Лабораторная оформлена: студент получает баллы за оформление.

Лабораторная защищена: студент получает баллы за защиту.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 5

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Этапы развития электроники
2	Отличия полупроводников от диэлектриков и проводников. Их энергетическая диаграмма для отдельного атома и для объема вещества.
3	Собственные и примесные полупроводники. Их особенности.
4	Явления генерации и рекомбинации носителей заряда в собственных полупроводниках.
5	Явления генерации и рекомбинации носителей заряда в примесных полупроводниках.
6	Статистика Ферми-Дирака в собственных полупроводниках.
7	Статистика Ферми-Дирака в примесных полупроводниках.
8	Влияние температуры на состояние полупроводников.
9	Полупроводник в электрическом поле.
10	Явления в системе металл-диэлектрик-полупроводник.
11	Электрические переходы и их виды.
12	Электронно-дырочный переход, его виды.
13	Технологии получения электронно-дырочных переходов.
14	Электронно-дырочный переход в равновесном состоянии. Энергетическая диаграмма, распределение концентраций примесей и носителей заряда, возникновение внутреннего электрического поля и запирающего слоя, емкостные свойства перехода, диффузионные и дрейфовые составляющие тока через переход (для несимметричного перехода).
15	Электронно-дырочный переход при прямом смещении. Энергетическая диаграмма, распределение концентраций примесей и носителей заряда, изменение внутреннего электрического поля и запирающего слоя, емкостных свойств перехода, явление инжекции носителей заряда (для несимметричного перехода).
16	Электронно-дырочный переход при обратном смещении. Энергетическая диаграмма, распределение концентраций примесей и носителей заряда, изменение внутреннего электрического поля и запирающего слоя, емкостных свойств перехода, явление экстракции носителей заряда (для несимметричного перехода).
17	Вольт-амперная характеристика электронно-дырочного перехода, ее зависимость от изменения температуры, материала исходного полупроводника и площади перехода.
18	Характеристические сопротивления диода и его нагрузочный режим работы.
19	ВАХ реального диода, ее линейная аппроксимация и схемы замещения диода при прямом смещении.
20	ВАХ реального диода, ее линейная аппроксимация и схемы замещения диода при обратном смещении.
21	Пробой электронно-дырочного перехода, его разновидности и особенности лавинного пробоя.
22	Пробой электронно-дырочного перехода, его разновидности и особенности теплового пробоя.

23	Тепловые параметры полупроводниковых приборов и методика расчета температуры перехода для единичного импульса мощности.
24	Расчет температуры прибора графоаналитическим методом.
25	Высокочастотные диоды
26	Импульсные диоды. Работа диодного ключа.
27	Туннельный пробой. Туннельный и обращенный диоды.
28	Стабилитроны и стабилитроны.
29	Биполярные транзисторы. Устройство и принцип действия транзистора, как усилительного прибора.
30	Параметры транзисторной структуры
31	Режимы работы биполярного транзистора и схемы его включения.
32	Семейства ВАХ транзистора в схеме с общим эмиттером и особенности схемы с ОЭ.
33	Семейства ВАХ транзистора в схеме с общей базой и особенности схемы с ОБ.
34	Т-образные эк. схемы замещения биполярного транзистора для постоянных составляющих сигнала.
35	Т-образные эк. схемы замещения биполярного транзистора для переменных составляющих сигнала.
36	П-образная гибридная эквивалентная электрическая схема замещения биполярного транзистора.
37	Малосигнальные параметры, их виды и особенности.
38	Системы h- и H-параметров
39	Системы Y- и y-параметров.
40	Системы Z- и z-параметров.
41	Импульсные биполярные транзисторы.
42	Методы улучшения частотных и импульсных свойств биполярных транзисторов. Дрейфовые транзисторы.
43	Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом, устройство, семейства ВАХ, схемы замещения .
44	Полевые транзисторы с изолированным затвором и индуцированным каналом, ВАХ, схемы замещения и.
45	Полевые транзисторы с изолированным затвором и встроенным каналом, ВАХ, схемы замещения .
46	Динисторы и принцип их работы.
47	Тринисторы, их принцип действия и семейства ВАХ.
48	Симисторы, их принцип действия и основные особенности на примере диака
49	Симисторы, их принцип действия и основные особенности на примере триака.
50	Критическая скорость нарастания прямого тока тиристора. Эффект $di/dt$ .
51	Критическая скорость нарастания прямого напряжения на тиристоре. Эффект $du/dt$ .
52	Тиристор-диод, его устройство, принцип работы и основные особенности.
53	Параллельное включение полупроводниковых приборов.
54	Последовательное включение полупроводниковых приборов.
32	Семейства ВАХ транзистора в схеме с общим эмиттером и особенности схемы с ОЭ.
33	Семейства ВАХ транзистора в схеме с общей базой и особенности схемы с ОБ.
34	Т-образные эк. схемы замещения биполярного транзистора для постоянных составляющих сигнала.
35	Т-образные эк. схемы замещения биполярного транзистора для переменных составляющих сигнала.
36	П-образная гибридная эквивалентная электрическая схема замещения биполяр-



	ного транзистора.
37	Малосигнальные параметры, их виды и особенности.
38	Системы h- и H-параметров
39	Системы Y- и y-параметров.
40	Системы Z- и z-параметров.
41	Импульсные биполярные транзисторы.
42	Методы улучшения частотных и импульсных свойств биполярных транзисторов. Дрейфовые транзисторы.
43	Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом, устройство, семейства ВАХ, схемы замещения .
44	Полевые транзисторы с изолированным затвором и индуцированным каналом, ВАХ, схемы замещения и.
45	Полевые транзисторы с изолированным затвором и встроенным каналом, ВАХ, схемы замещения .
46	Динисторы и принцип их работы.
47	Тринисторы, их принцип действия и семейства ВАХ.
48	Симисторы, их принцип действия и основные особенности на примере диака
49	Симисторы, их принцип действия и основные особенности на примере триака.
50	Критическая скорость нарастания прямого тока тиристора. Эффект $di/dt$ .
51	Критическая скорость нарастания прямого напряжения на тиристоре. Эффект $du/dt$ .
52	Тиристор-диод, его устройство, принцип работы и основные особенности.
53	Параллельное включение полупроводниковых приборов.
54	Последовательное включение полупроводниковых приборов.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	Экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	Набрано 85 и более баллов
		«хорошо»	Набрано 70-84 баллов
		«удовлетворительно»	Набрано 55-69 баллов
		«неудовлетворительно»	Набрано менее 55 баллов

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной биб- лиотеке / Наименование ЭБС
1	Н. В. Суханова	Основы электроники и цифровой схемотехники	учеб. пособие	2017	ЭБС "IPRbooks"
2	А. М. Водовозов	Основы электроники	учеб. пособие	2016	ЭБС "ZNANIUM.CO M"

## 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной биб- лиотеке / Наименование ЭБС
1	Е. Л. Максина	Электроника	конспект лекций	2012	ЭБС "IPRbooks"
2	Д. В. Горденко, В. И. Ни- кулин, Д. Н. Резеньков	Электротехника и электроника	учебное пособие	2018	ЭБС "IPRbooks"
3	Ф. А. Ткаченко	Электронные приборы и устройства	учебник	2017	ЭБС "ZNANIUM.CO M"

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
2. Журнал «Силовая электроника» [Электронный ресурс] : науч. журн. / — Электрон. журн. — Москва, Санкт-Петербург. — Режим доступа к журн.: <http://power-e.ru/>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория "Промышленная электроника"Э-514	Столы-стенды лабораторные , стол преподавательский, стулья с пюпитрами, стулья ученические, доска аудиторная, осциллографС1-101 , осциллографС1-112, генераторГ3-112/1 шт.генераторГ3-112 , генераторГ3-109, вольтметрД567 , мультиметрВ7-35 лабораторный стен-дЭС16, стенды измерительные, универсальный лабораторный стенд
2	Г-401 Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Столы, стулья, компьютеры
3	Э-511 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Столы ученические двухместные (моноблок) , столы ученические трехместные (моноблок) стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая)

