

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

Страхов С. Ю.  
(подпись) ФИО  
2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ

Направление/специальность подготовки	11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, 27.05.01 Специальные организационно-технические системы, 11.05.02 Специальные радиотехнические системы, 24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники, 24.05.05 Интегрированные системы летательных аппаратов, 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
Специализация/профиль/программа подготовки	Радиолокационные системы и комплексы, Внешнее проектирование и эффективность авиационных и ракетных организационно-технических систем, Средства и комплексы радиоэлектронной борьбы, Проектная баллистика ракет и космических систем, Автоматизированные системы управления боевыми авиационными комплексами, Системы управления ракет
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем, А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ, А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
2	4	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы  
27.05.01 Специальные организационно-технические системы  
11.05.02 Специальные радиотехнические системы  
24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники  
24.05.05 Интегрированные системы летательных аппаратов  
24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

год набора группы. 2022

Программу составил:

Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
Сотникова Наталья Викторовна, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

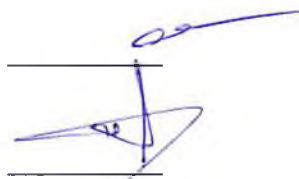


Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающих кафедр

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.



А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.



А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.



И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Заведующий кафедрой Матвеев С.А., к.т.н., доц.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

27.05.01 (A1)	УК-1 — способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
24.05.06 (И9)	ПСК-4 — способность проектировать подсистемы и элементы систем управления ракет и других летательных аппаратов
24.05.05 (И9)	ПСК-4 — способность проектировать подсистемы и элементы систем управления авиационных комплексов различного назначения
24.05.04 (A5)	ПСК-5 — Способность к разработке структуры систем управления БПЛА
11.05.01 (И4)	ОПК-1 — способность представить адекватную современную уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
11.05.01 (И4)	ОПК-2 — способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа принятия решения
11.05.01 (И4)	ОПК-4 — способность проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных
11.05.02 (И4)	ОПК-5 — способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности
11.05.01 (И4)	ОПК-6 — способность учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской опытно-конструкторских работ
11.05.02 (И4)	ОПК-6 — способность понимать принципы работы информационных технологий, применять основные методы и средства получения, хранения обработки информации в сфере профессиональной деятельности
11.05.02 (И4)	ОПК-7 — способность применять методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов современной электроники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## УК-1 (27.05.01, A1)

знания:

физические процессы, конструкции, принцип действия, характеристики и параметры приборов различного назначения и микросистемных устройств; материалы электронной техники и их электрофизические свойства; характеристики р-п перехода; полупроводниковые диоды, биполярные и полевые транзисторы; фотоэлектрические и излучательные приборы; характеристики, параметры и модели полупроводниковых приборов; элементы интегральных схем; базовые логические элементы на основе биполярных и полевых транзисторов; запоминающие логические элементы; основы функциональной электроники; понимание современных технологий изготовления электронных приборов;

умения:

умение анализировать работу схем, содержащих полупроводниковые электронные приборы; освоение основных характеристик полупроводниковых электронных приборов;

навыки:

- определение основных характеристик электронных приборов;
- исследование различных схем включения электронных приборов;
- работа с макетными установками, включающими электронные приборы;
- моделирование работы схем с электронными приборами в САПР.

## ПСК-4 (24.05.06, И9)

знания:

физические процессы, конструкции, принцип действия, характеристики и параметры приборов различного назначения и микросистемных устройств; материалы электронной техники и их электрофизические свойства; характеристики р-п перехода; полупроводниковые диоды, биполярные и полевые транзисторы; фотоэлектрические и излучательные приборы; характеристики, параметры и модели полупроводниковых приборов; элементы интегральных схем; базовые логические элементы на основе биполярных и полевых транзисторов; запоминающие логические элементы; основы функциональной электроники; понимание современных технологий изготовления электронных приборов;

умения:

умение анализировать работу схем, содержащих полупроводниковые электронные приборы; освоение основных характеристик полупроводниковых электронных приборов;

навыки:

- определение основных характеристик электронных приборов;
- исследование различных схем включения электронных приборов;
- работа с макетными установками, включающими электронные приборы;
- моделирование работы схем с электронными приборами в САПР.

## ПСК-4 (24.05.05, И9)

знания:

физические процессы, конструкции, принцип действия, характеристики и параметры приборов различного назначения и микросистемных устройств; материалы электронной техники и их электрофизические свойства; характеристики р-п перехода; полупроводниковые диоды, биполярные и полевые транзисторы; фотоэлектрические и излучательные приборы; характеристики, параметры и модели полупроводниковых приборов; элементы интегральных схем; базовые логические элементы на основе биполярных и полевых транзисторов; запоминающие логические элементы; основы функциональной электроники; понимание современных технологий изготовления электронных приборов;

умения:

умение анализировать работу схем, содержащих полупроводниковые электронные приборы; освоение основных характеристик полупроводниковых электронных приборов;

навыки:

- определение основных характеристик электронных приборов;
- исследование различных схем включения электронных приборов;
- работа с макетными установками, включающими электронные приборы;
- моделирование работы схем с электронными приборами в САПР.

## ПСК-5 (24.05.04, A5)

знания:

физические процессы, конструкции, принцип действия, характеристики и параметры приборов различного назначения и микросистемных устройств; материалы электронной техники и их электрофизические свойства; характеристики р-п перехода; полупроводниковые диоды, биполярные и полевые транзисторы; фотоэлектрические и излучательные приборы; характеристики, параметры и модели полупроводниковых приборов; элементы интегральных схем; базовые логические элементы на основе биполярных

и полевых транзисторов; запоминающие логические элементы; основы функциональной электроники; понимание современных технологий изготовления электронных приборов;

*умения:*

умение анализировать работу схем, содержащих полупроводниковые электронные приборы; освоение основных характеристик полупроводниковых электронных приборов;

*навыки:*

- определение основных характеристик электронных приборов;
- исследование различных схем включения электронных приборов;
- работа с макетными установками, включающими электронные приборы;
- моделирование работы схем с электронными приборами в САПР.

#### **ОПК-1 (11.05.01, И4)**

*знания:*

физические процессы, конструкции, принцип действия, характеристики и параметры приборов различного назначения и микроэлектронных устройств;

*умения:*

освоение основных характеристик полупроводниковых электронных приборов;

*навыки:*

исследование различных схем включения электронных приборов.

#### **ОПК-2 (11.05.01, И4)**

*знания:*

материалы электронной техники и их электрофизические свойства; характеристики р-п перехода; полупроводниковые диоды, биполярные и полевые транзисторы; фотоэлектрические и излучательные приборы; характеристики, параметры и модели полупроводниковых приборов; элементы интегральных схем; базовые логические элементы на основе биполярных и полевых транзисторов; запоминающие логические элементы; основы функциональной электроники;

*умения:*

умение анализировать работу схем, содержащих полупроводниковые электронные приборы;

*навыки:*

- определение основных характеристик электронных приборов;
- исследование различных схем включения электронных приборов;
- работа с макетными установками, включающими электронные приборы;
- моделирование работы схем с электронными приборами в САПР.

#### **ОПК-4 (11.05.01, И4)**

*знания:*

знать принцип работы полупроводниковых приборов;

*умения:*

уметь снимать характеристики электронных приборов с помощью радиоэлектронной аппаратуры;

*навыки:*

навыки организации и проведения измерения параметров и характеристик, обработки данных.

#### **ОПК-5 (11.05.02, И4)**

*знания:*

знает номенклатуру электронных компонентов, электронноизмерительной аппаратуры, современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий;

*умения:*

умеет учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий;

*навыки:*

владеет навыками применения современных электронных компонентов, электронноизмерительной аппаратуры и вычислительной техники.

#### **ОПК-6 (11.05.01, И4)**

*знания:*

знание современных технологий изготовления электронных приборов и радиоэлектронной аппаратуры;

*умения:*

уметь проводить исследования работы полупроводниковых приборов, сравнивать основные характеристики;

*навыки:*

навык анализа и выбора технологий производства радиоэлектронной аппаратуры.

#### **ОПК-6 (11.05.02, И4)**

*знания:*

знает терминологию в области электроники;

*умения:*

умеет выполнять трудовые действия с использованием информационных технологий при решении задач профессиональной деятельности;

*навыки:*

Владеет навыками чтения научных текстов по профилю профессиональной деятельности (выделять смысловые конструкции для понимания всего текста, объяснять принципы работы описываемых информационных технологий).

#### **ОПК-7 (11.05.02, И4)**

*знания:*

знать методы и способы анализа расчета характеристик электрических цепей;

*умения:*

решать задачи электрических цепей, анализировать поставленные задачи электрических цепей, рассчитывать характеристики электрических изделий для сбора эл. цепей;

*навыки:*

владеть: навыками решения задач электрических цепей, навыками анализировать поставленные задачи электрических цепей; навыками расчётов характеристик электрических изделий для сбора эл. цепей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, 11.05.02 Специальные радиотехнические системы и **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлениям: 27.05.01 Специальные организационно-технические системы, 24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники, 24.05.05 Интегрированные системы летательных аппаратов, 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ, МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
- ОПК-2 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа принятия решения
- ОПК-3 — Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %										
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		УК-1 (27.05.01)	ПСК-4 (24.05.06)	ПСК-4 (24.05.05)	ПСК-5 (24.05.04)	ОПК-1 (11.05.01)	ОПК-2 (11.05.01)	ОПК-4 (11.05.01)	ОПК-5 (11.05.02)	ОПК-6 (11.05.01)	ОПК-6 (11.05.02)	ОПК-7 (11.05.02)
2	4	<b>Раздел 1. Электрофизические свойства полупроводниковых материалов. Р-п-переход, его свойства. Диоды. Стабилитроны. 1.1. Собственные и примесные полупроводники. Электронно-дырочный р-п переход. Диффузионная разность потенциалов. 1.2. ВАХ диода. Понятия о зарядной и диффузионной емкостях диода. Эквивалентная схема диода. Особенности диодов различного назначения: выпрямительного, стабилитрона, варикапа, высокочастотного, импульсного, туннельного, диода Шоттки. Пробой диода: туннельный, лавинный, тепловой пробой. 1.3. Стабилитрон, его устройство и принцип работы. Основные характеристики и параметры стабилитрона.</b>	28	16	10	6	12	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
2	4	<b>Раздел 2. Биполярные транзисторы (БТ). Усилительные каскады постоянного и переменного тока на БТ. 2.1. Устройство и работа биполярного транзистора (БТ). Токи прибора, параметры. Схемы включения и их свойства. 2.2. Модель БТ реальные и идеализированные ВАХ. Работа при малом сигнале. Эквивалентные схемы. Зависимости параметров от температуры, режима, частоты сигнала. 2.3. Работа при большом сигнале. Импульсный режим, способы повышения быстродействия. Мощные БТ: особенности конструкции, работы и применения.</b>	22	13	6	7	9	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
2	4	<b>Раздел 3. Полевые транзисторы (ПТ). 3.1. ПТ с управляющим р-п-переходом. 3.2. ПТ с изолированным затвором и собственным каналом. 3.3. ПТ с изолированным затвором и индуцируемым каналом. 3.4.Современные полевые транзисторы. Мощные MOSFET (SIPMOS, HEXFET) полевые транзисторы. Структура и принцип действия. Мощные IGBT полевые транзисторы, структура и принцип действия NEMFET транзисторы. Разновидности транзисторов с высокой подвижностью носителей. МДП транзисторы с двойным затвором. Микро FET транзисторы интегральных схем.</b>	19	10	6	4	9	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
2	4	<b>Раздел 4. Переключающие электронные приборы – тиристоры. Диодный тиристор (динистор). Триодный тиристор (тринистор). Симметричный</b>	11	2	2	0	9	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	

		тиристор (симистор). Характеристики и параметры тириستоров.																
2	4	<b>Раздел 5. Фотоэлектрические и излучательные приборы. 5.1.</b> Фотодиод, светодиодающий диод. 5.2. Биполярный фототранзистор. 5.3. Характеристики, параметры и модели полупроводниковых приборов.	15	6	6	0	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2	4	<b>Раздел 6. Перспективные направления транзисторной микроэлектроники.</b> 6.1. Правило Мура. Наноразмерная электроника. Квантовомеханические эффекты. Понятие о Боллах де Бройля, эффект Аарбонова - Бёма, эффект Джозефсона, эффект Мейснера. Углеродные нанотрубки. Понятие о квантовых точках. 6.2. Перспективные транзисторные структуры: молекулярный транзистор; спиновый транзистор, графеновый транзистор, квантово- интерференционный транзистор, транзистор на квантовых точках, транзисторы на основе нанотрубок; ферроэлектрический транзистор. Понятие о кремниевой фотонике.	13	4	4	0	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Всего за 4 семестр</b>			108	51	34	17	57	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	34	17	57	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Электрофизические свойства полупроводниковых материалов. Р-п-переход, его свойства. Диоды. Стабилитроны.	Организационное занятие.	2
2		Исследование полупроводниковых диодов.	2
3		Исследование полупроводниковых стабилитронов.	2
4	Раздел 2. Биполярные транзисторы (БТ). Усилительные каскады постоянного и переменного тока на БТ.	Статические характеристики и параметры биполярного транзистора в схеме с общей базой.	2
5		Статические характеристики и параметры биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером.	2
6		Усилительный и ключевой режимы биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером.	3
7	Раздел 3. Полевые транзисторы (ПТ).	Статические характеристики и параметры полевого транзистора с управляющим р-п-переходом.	2
8		Итоговое занятие.	2
Всего за 4 семестр			17

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Электрофизические свойства полупроводниковых материалов. Р-п-переход, его свойства. Диоды. Стабилитроны.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным работам.	12
2	Раздел 2. Биполярные транзисторы (БТ). Усилительные каскады постоянного и переменного тока на БТ.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным работам.	9
3	Раздел 3. Полевые транзисторы (ПТ).	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к контрольной работе №1.	9
4	Раздел 4. Переключательные электронные приборы – тиристоры.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	9
5	Раздел 5. Фотоэлектрические и излучательные приборы.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	9
6	Раздел 6. Перспективные направления транзисторной микроэлектроники.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к контрольной работе №2.	9
<b>Всего за 4 семестр</b>			57

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР		НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4		Тест		ЛР	Тест	ДР	Тест		ЛР	ДР	Тест	ЛР	Тест	ЛР	Тест	ДР	зач.	

Условные обозначения:



- ДР – диагностическая работа;
- Тест – тест;
- ЛР – лабораторная работа;
- зач. – зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- тест;
- лабораторная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Электронные и микроэлектронные приборы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, эл. рес.
2. А. А. Шука. . Электроника. СПб.: БХВ-Петербург, 2006, 20 экз.
3. А. А. Шука. . Электроника. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008, эл. рес.
4. А. А. Шука, А. С. Сигов ; отв. ред. А. С. Сигов. Электроника. Ч. 2 Микроэлектроника. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
5. Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. . Электроника. Москва: Юрайт, 2019, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Радиотехника – XXI век.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. NI Multisim - академическая версия.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Комплект учебного оборудования "Основы электроники" ОЭ-МР-01.1;
2. Осциллограф 6074BD Hantek;
3. Проектор;
4. NI Multisim - академическая версия.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, 11.05.02 Специальные радиотехнические системы и **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлениям: 27.05.01 Специальные организационно-технические системы, 24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники, 24.05.05 Интегрированные системы летательных аппаратов, 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

УК-1 (27.05.01) способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

ПСК-4 (24.05.06) способность проектировать подсистемы и элементы систем управления ракет и других летательных аппаратов;

ПСК-4 (24.05.05) способность проектировать подсистемы и элементы систем управления авиационных комплексов различного назначения;

ПСК-5 (24.05.04) Способность к разработке структуры систем управления БПЛА;

ОПК-1 (11.05.01) способность представить адекватную современную уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

ОПК-2 (11.05.01) способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа принятия решения;

ОПК-4 (11.05.01) способность проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных;

ОПК-5 (11.05.02) способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности;

ОПК-6 (11.05.01) способность учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской опытно-конструкторских работ;

ОПК-6 (11.05.02) способность понимать принципы работы информационных технологий, применять основные методы и средства получения, хранения обработки информации в сфере профессиональной деятельности;

ОПК-7 (11.05.02) способность применять методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов современной электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами работы полупроводниковых приборов различного назначения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- тест;
- лабораторная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Электрофизические свойства полупроводниковых материалов. Р-п-переход, его свойства. Диоды. Стабилитроны.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным работам.	А. А. Щука. . Электроника: СПб.: БХВ-Петербург, 2006 (1,2,3)	12
Итого по разделу 1		12
<b>Раздел 2. Биполярные транзисторы (БТ). Усилительные каскады постоянного и переменного тока на БТ.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным работам.	А. А. Щука. . Электроника: СПб.: БХВ-Петербург, 2006 (1,2,3) А. А. Щука, А. С. Сигов ; отв. ред. А. С. Сигов. Электроника. Ч. 2 Микроэлектроника: Москва: Юрайт, 2022 (1,2,3) . Электронные и микроэлектронные приборы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1,2,3)	9
Итого по разделу 2		9
<b>Раздел 3. Полевые транзисторы (ПТ).</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка к контрольной работе №1.	Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. . Электроника: Москва: Юрайт, 2019 (1,2,3) А. А. Щука. . Электроника: СПб.: БХВ-Петербург, 2006 (1,2,3)	9
Итого по разделу 3		9
<b>Раздел 4. Переключаемые электронные приборы – тиристоры.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. А. Щука, А. С. Сигов ; отв. ред. А. С. Сигов. Электроника. Ч. 2 Микроэлектроника: Москва: Юрайт, 2022 (1,2,3)	9
Итого по разделу 4		9
<b>Раздел 5. Фотоэлектрические и излучательные приборы.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (1,2,3)	9
Итого по разделу 5		9
<b>Раздел 6. Перспективные направления транзисторной микроэлектроники.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к контрольной работе №2.	А. А. Щука. . Электроника: СПб.: БХВ-Петербург, 2006 (1,2,3)	9
Итого по разделу 6		9

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- тест;
- лабораторная работа;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Тест

Студенту предлагается тест из 10 вопросов. Тест считается пройденным, если даны правильные ответы на 6 и более вопросов.

#### Лабораторная работа

Допуск к ЛР. Допуск к выполнению ЛР происходит при условии наличия у студента печатной версии протокола по лабораторной работе. Протокол содержит титульный лист, описание лабораторной работы, чертежи схемы для сборки и исследования, таблицы для заполнения данными, заготовки для построения графиков.

Отчет по ЛР. Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Отчет оформляется на основании протокола о выполнении ЛР, содержит (помимо информации из протокола) все необходимые расчеты и построенные графики, ответы на контрольные вопросы, выводы по работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов (по пятибалльной системе).

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 1 до 2 являются:

- небрежное выполнение;
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов измерений

Защита ЛР происходит путем ответов на контрольные вопросы и выявления уровня понимания пройденного материала.

#### Зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Итоговый контроль по результатам семестра по дисциплине проходит в форме зачета. Зачет выставляется при условии выполнения всех мероприятий семестра (написания тестов и защиты лабораторных работ).

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %										НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА	
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		УК-1 (27.05.01)	ПСК-4 (24.05.06)	ПСК-4 (24.05.05)	ПСК-5 (24.05.04)	ОПК-1 (11.05.01)	ОПК-2 (11.05.01)	ОПК-4 (11.05.01)	ОПК-5 (11.05.02)	ОПК-6 (11.05.01)	ОПК-6 (11.05.02)		ОПК-7 (11.05.02)
2	4	Раздел 1. Электрофизические свойства полупроводниковых материалов. Р-п-переход, его свойства. Диоды. Стабилитроны.	28	16	10	6	12	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	Тест, Лабораторная работа
2	4	Раздел 2. Биполярные транзисторы (БТ). Усилительные каскады постоянного и переменного тока на БТ.	22	13	6	7	9	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	Тест, Лабораторная работа
2	4	Раздел 3. Полевые транзисторы (ПТ).	19	10	6	4	9	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	Тест, Лабораторная работа
2	4	Раздел 4. Переключательные электронные приборы – тиристоры.	11	2	2	0	9	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	Тест
2	4	Раздел 5. Фотоэлектрические и излучательные приборы.	15	6	6	0	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	Тест
2	4	Раздел 6. Перспективные направления транзисторной микроэлектроники.	13	4	4	0	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	Тест
Всего за 4 семестр			108	51	34	17	57	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	