

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Наименование образовательной программы: Радионавигационные системы и комплексы

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРОНИКА**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.19</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>4 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>4 семестр - 48 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>4 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>4 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4 семестр - 113,5 часов;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Лабораторная работа</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Отчет</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>4 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Торина Е.М.
	Идентификатор	Rf078b9d4-DrozdovaYM-9d5fc66d

Е.М. Торина


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сизякова А.Ю.
	Идентификатор	R4eb30863-SizyakovaAY-83831ea7

А.Ю. Сизякова

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Куликов Р.С.
	Идентификатор	R7ef0b374-KulikovRS-e851162c

Р.С. Куликов

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение физических принципов работы активных элементов радиоэлектроники и их моделей.

### Задачи дисциплины

- достижение понимания принципов работы активных компонентов, используемых в радиоэлектронных устройствах;
- приобретения навыков определения и нахождения информации об основных эксплуатационных характеристиках и параметрах активных компонентов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Осуществляет сбор и анализ научно-технической информации, составляет аналитические обзоры и научно-технические отчеты по результатам выполненной работы	знать: - физические основы электропроводности; - основные типы биполярных транзисторов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата; - основные типы полевых транзисторов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата; - основные типы полупроводниковых диодов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата.
ОПК-4 Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub> Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований	знать: - методы математического моделирования основных характеристик биполярных транзисторов и описания принципов их работы с использованием типовых моделей и стандартных прикладных программ; - методы математического моделирования основных характеристик полупроводниковых диодов и описания принципов их работы с использованием типовых моделей и стандартных прикладных программ; - методы математического моделирования основных характеристик полевых транзисторов и описания принципов их работы с использованием типовых моделей и

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>стандартных прикладных программ.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить расчет вольт-амперных характеристик полевых транзисторов с помощью соответствующего физико-математического аппарата;</li> <li>- проводить расчет вольт-амперных характеристик полупроводниковых диодов с помощью соответствующего физико-математического аппарата;</li> <li>- проводить расчет вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов с помощью соответствующего физико-математического аппарата.</li> </ul>
<p>ОПК-4 Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных</p>	<p>ИД-2<sub>ОПК-4</sub> Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типовые режимы использования полевых транзисторов;</li> <li>- типовые режимы использования полупроводниковых диодов;</li> <li>- типовые режимы использования биполярных транзисторов.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экспериментально определять основные характеристики и параметры моделей полевых транзисторов;</li> <li>- экспериментально определять основные характеристики и параметры моделей полупроводниковых диодов;</li> <li>- экспериментально определять основные характеристики и параметры моделей биполярных транзисторов.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радионавигационные системы и комплексы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, уровень образования: высшее образование - специалитет.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные определения, топологические параметры и методы расчета электрических цепей, фундаментальные законы и математические модели цепей, методы расчета характеристик линейных цепей переменного тока и цепей с нелинейными элементами
- знать методы классификации материалов по их структуре и зависимость свойств материала от направления в кристалле на базе основных положений зонной теории твердого тела
- знать методы изготовления материалов электронной техники

- уметь проводить анализ и расчет линейных цепей переменного тока, анализ и расчет электрических цепей с нелинейными элементами

- уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин рассчитывать и экспериментально определять режимы и характеристики линейных цепей, использовать основные приемы обработки экспериментальных данных, давать качественную физическую трактовку полученным результатам

- уметь пользоваться методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования электрических цепей; основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.

- уметь использовать методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования электрических цепей

- уметь использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Физические основы полупроводниковой электроники	24	4	12	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Физические основы полупроводниковой электроники"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Физические основы полупроводниковой электроники"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], 5-18 [6], 1-20 [7], 6-14</p>	
1.1	Физические основы полупроводниковой электроники	24		12	-	-	-	-	-	-	-	12	-		
2	Физические основы работы оптоэлектронных элементов	16		6	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Оптоэлектронные полупроводниковые элементы и структуры"</p>
2.1	Оптоэлектронные полупроводниковые элементы и структуры	16		6	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы	20		10	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шотт-ки, гетеропереходы и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение</p>
3.1	Контактные явления. Электронно-	20	10	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-		

	дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы												дополнительного материала по разделу "Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], 19-25 [6], 22--36 [7], 15-26
4	Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода.	20	6	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода." материалу.
4.1	Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода.	20	6	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 9-12
5	Биполярные транзисторы	38	8	8	-	-	-	-	-	-	22	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Биполярные транзисторы" материалу.
5.1	Биполярные транзисторы	38	8	8	-	-	-	-	-	-	22	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Биполярные транзисторы и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение</u></b>

													<b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Биполярные транзисторы" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 6-24 [3], 12-15 [7], 27-39
6	Полевые транзисторы	26	6	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Полевые транзисторы" материалу. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Полевые транзисторы и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Полевые транзисторы" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 6-25 [3], 22-27 [4], 7-24 [7], 40-51
6.1	Полевые транзисторы	26	6	4	-	-	-	-	-	-	16	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	48	16	-	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0	48	16	-	2	-	-	0.5		113.5		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация



## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Физические основы полупроводниковой электроники

#### 1.1. Физические основы полупроводниковой электроники

Концентрация свободных носителей заряда в полупроводниках.. Энергетические диаграммы, влияние температуры.. Уравнение электронейтральности.. Дрейф и диффузия. Подвижность, коэффициент диффузии. Уравнения для токов дрейфа и диффузии.. Удельная проводимость полупроводника, зависимость от температуры.. Неравновесные носители заряда.. Виды рекомбинации.

### 2. Физические основы работы оптоэлектронных элементов

#### 2.1. Оптоэлектронные полупроводниковые элементы и структуры

Фотопроводимость полупроводников. Фотогальванический эффект в электронно-дырочном переходе. Основные виды фотоприемников – фоторезисторы, фотодиоды и фототранзисторы. Солнечные батареи. Излучающие диоды, оптроны, оптопары..

### 3. Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы

#### 3.1. Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы

Электронно-дырочный переход, область пространственного заряда, энергетическая диаграмма, контактная разность потенциалов. Транспортные потоки носителей заряда через р-п переход. Влияние приложенного напряжения. Инжекция и экстракция.. Вольт-амперная характеристика перехода, тепловой ток, зависимость от температуры и степени легирования областей.. Пробой перехода, виды пробоев.. Барьерная и диффузионная емкости.. Модели диодов для использования в компьютерных технологиях..

### 4. Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода.

#### 4.1. Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода.

Разновидности диодов. Диоды для выпрямления токов низкой и высокой частоты, стабилитроны, импульсные, варикапы, туннельные, смесительные, преобразовательные, генераторные.. Конструктивные особенности, основные характеристики и параметры. Схемы включения..

### 5. Биполярные транзисторы

#### 5.1. Биполярные транзисторы

Структура и принцип работы биполярного транзистора, основные режимы работы, схемы включения. Инжекция. Транспортные потоки носителей заряда, основные параметры.. Предельно допустимые режимы работы, особенности работы на высоких частотах и в импульсном режиме.. Модели для использования в компьютерных технологиях..

### 6. Полевые транзисторы

#### 6.1. Полевые транзисторы

Классификация транзисторов. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом. Структура и принцип работы. Статические характеристики, влияние температуры.. Разновидности транзисторов: со встроенным каналом, с МОП – структурой.. Области

использования, дифференциальные параметры, предельно-допустимые электрические режимы.. Статическая и динамические модели транзисторов для компьютерных технологий..

### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Исследование ВАХ полупроводниковых диодов;
2. Исследование биполярного транзистора;
3. Исследование полевого транзистора;
4. Измерение параметров малосигнальной схемы биполярного транзистора.

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физические основы полупроводниковой электроники"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Оптоэлектронные полупроводниковые элементы и структуры"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода."
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Биполярные транзисторы"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Полевые транзисторы"

#### *Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации проводятся по разделу "Физические основы полупроводниковой электроники"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода."
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Биполярные транзисторы"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Полевые транзисторы"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
<b>Знать:</b>								
основные типы полупроводниковых диодов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	ИД-2опк-2			+	+			Контрольная работа/КР №1.1. Физическое основы электропроводности п/п. Лабораторная работа/ЛР №1.1. Статические характеристики п/п диодов
основные типы полевых транзисторов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	ИД-2опк-2						+	Отчет/ЛР №1.4 + КР №1.3. Зачет по разделу ПТ
основные типы биполярных транзисторов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	ИД-2опк-2						+	Отчет/ЛР №1.3 + КР №1.2. Зачет по разделу БТ
физическое основы электропроводности	ИД-2опк-2	+	+					Контрольная работа/КР №1.1. Физическое основы электропроводности п/п.
методы математического моделирования основных характеристик полевых транзисторов и описания принципов их работы с использованием типовых моделей и стандартных прикладных программ	ИД-1опк-4						+	Отчет/ЛР №1.4 + КР №1.3. Зачет по разделу ПТ
методы математического моделирования основных характеристик полупроводниковых диодов и описания принципов их работы с использованием типовых моделей и стандартных прикладных программ	ИД-1опк-4				+			Лабораторная работа/ЛР №1.1. Статические характеристики п/п диодов
методы математического моделирования основных характеристик биполярных транзисторов и описания принципов их работы с использованием типовых моделей и	ИД-1опк-4						+	Лабораторная работа/ЛР №1.2. Статические характеристики биполярных транзисторов

стандартных прикладных программ								Отчет/ЛР №1.3 + КР №1.2. Зачет по разделу БТ
типовые режимы использования биполярных транзисторов	ИД-2опк-4					+		Отчет/ЛР №1.3 + КР №1.2. Зачет по разделу БТ
типовые режимы использования полупроводниковых диодов	ИД-2опк-4					+		Лабораторная работа/ЛР №1.1. Статические характеристики п/п диодов
типовые режимы использования полевых транзисторов	ИД-2опк-4						+	Отчет/ЛР №1.4 + КР №1.3. Зачет по разделу ПТ
<b>Уметь:</b>								
проводить расчет вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов с помощью соответствующего физико-математического аппарата	ИД-1опк-4						+	Лабораторная работа/ЛР №1.2. Статические характеристики биполярных транзисторов Отчет/ЛР №1.3 + КР №1.2. Зачет по разделу БТ
проводить расчет вольт-амперных характеристик полупроводниковых диодов с помощью соответствующего физико-математического аппарата	ИД-1опк-4					+		Лабораторная работа/ЛР №1.1. Статические характеристики п/п диодов
проводить расчет вольт-амперных характеристик полевых транзисторов с помощью соответствующего физико-математического аппарата	ИД-1опк-4						+	Отчет/ЛР №1.4 + КР №1.3. Зачет по разделу ПТ
экспериментально определять основные характеристики и параметры моделей биполярных транзисторов	ИД-2опк-4						+	Отчет/ЛР №1.3 + КР №1.2. Зачет по разделу БТ
экспериментально определять основные характеристики и параметры моделей полупроводниковых диодов	ИД-2опк-4					+		Лабораторная работа/ЛР №1.1. Статические характеристики п/п диодов
экспериментально определять основные характеристики и параметры моделей полевых транзисторов	ИД-2опк-4						+	Отчет/ЛР №1.4 + КР №1.3. Зачет по разделу ПТ

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **4 семестр**

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. ЛР №1.1. Статические характеристики п/п диодов (Лабораторная работа)
2. ЛР №1.2. Статические характеристики биполярных транзисторов (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КР №1.1. Физические основы электропроводности п/п. (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. ЛР №1.3 + КР №1.2. Зачет по разделу БТ (Отчет)
2. ЛР №1.4 + КР №1.3. Зачет по разделу ПТ (Отчет)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### *Экзамен (Семестр №4)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 4 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Кулешов, В. Н. Базовые ячейки функциональных узлов радиоэлектронных устройств на биполярных транзисторах. Конспект лекций : учебное пособие по курсу "Физические процессы в электронных цепях" по направлению "Радиотехника" / В. Н. Кулешов, Т. И. Болдырева, М. В. Васильев ; Ред. В. Н. Кулешов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 180 с. - ISBN 978-5-383-00430-2 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=3139>;
2. Кулешов, В. Н. Базовые ячейки функциональных узлов радиоэлектронных устройств на полевых транзисторах: конспект лекций : учебное пособие по курсу "Физические процессы в электронных цепях" по направлениям "Радиотехника" / В. Н. Кулешов, Т. И. Болдырева, М. В. Томашевская, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 104 с. - ISBN 5-7046-1257-1 .;
3. Коптев, Г. И. Характеристики и основы применения полупроводниковых диодов и транзисторов: : лабораторный практикум по курсам "Электроника", "Физические процессы в электронных цепях" и др. / Г. И. Коптев, Т. И. Болдырева, Е. М. Дроздова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 48 с.  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=9186>;

4. Болдырева, Т. И. Основы схемотехники устройств на полевых транзисторах : учебное пособие по курсам "Электроника", "Электроника и электротехника, часть II" и "Физические процессы в электронных цепях" по направлениям 11.03.01 "Радиотехника", 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" и специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Т. И. Болдырева, В. Н. Кулешов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 108 с. - ISBN 978-5-7046-2185-0 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11099>;
5. Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В.- "Физические основы электроники", (2-е изд., испр.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (560 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/168522>;
6. Шишкин, Г. Г. Электроника : учебник для вузов по направлению 210300 "Радиотехника" / Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин . – М. : Дрофа, 2009 . – 703 с. – (Высшее образование) . - ISBN 978-5-358-03595-9 .;
7. Торина, Е. М. Электроника : практикум для студентов, обучающихся по программам бакалавриата и специалитета 11.03.01 "Радиотехника", 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии", 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Е. М. Торина, Т. И. Болдырева, С. А. Чеченя, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2023 . – 52 с. - ISBN 978-5-7046-2905-4 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=12705>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Acrobat Reader;
6. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-400, Учебная аудитория "А"	парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-703/2, Лаборатория каф. "ФОРС"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, оборудование специализированное
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-704/11, Учебная лаборатория РПУ каф. "Форс"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, оборудование специализированное, телевизор, учебно-

		наглядное пособие
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-703/5, Кабинет сотрудников	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-703/10, Помещение для хранения оборудования, наглядных пособий	рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер, холодильник, кондиционер, книги, учебники, пособия

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Электроника

(название дисциплины)

## 4 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 ЛР №1.1. Статические характеристики п/п диодов (Лабораторная работа)

КМ-2 КР №1.1. Физические основы электропроводности п/п. (Контрольная работа)

КМ-3 ЛР №1.2. Статические характеристики биполярных транзисторов (Лабораторная работа)

КМ-4 ЛР №1.3 + КР №1.2. Зачет по разделу БТ (Отчет)

КМ-5 ЛР №1.4 + КР №1.3. Зачет по разделу ПТ (Отчет)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	14	16
1	Физические основы полупроводниковой электроники						
1.1	Физические основы полупроводниковой электроники			+			
2	Физические основы работы оптоэлектронных элементов						
2.1	Оптоэлектронные полупроводниковые элементы и структуры			+			
3	Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы						
3.1	Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы		+	+			
4	Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода.						
4.1	Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода.		+	+			
5	Биполярные транзисторы						
5.1	Биполярные транзисторы				+	+	
6	Полевые транзисторы						
6.1	Полевые транзисторы						+
Вес КМ, %:			8	12	20	30	30