

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Трехгорный технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ТТИ НИЯУ МИФИ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

\_\_\_\_\_ Т.И. Улитина

«31» августа 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ»**

**Направление подготовки:** 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

**Профиль подготовки:** Проектирование и технология радиоэлектронных средств

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

Трехгорный  
2021

# 1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Цели дисциплины

Целью учебной дисциплины «Физические основы электроники» является изучение студентами физических эффектов и процессов лежащих в основе принципов действия полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов.

## 1.2 Задачи дисциплины

Задача дисциплины – изучение основ теории твердого тела, усвоение основных представлений о физических процессах в твердых и газообразных диэлектриках, проводниках и магнитных материалах. Формирование представлений о физических основах процессов в полупроводниковых материалах.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Физические основы электроники» (Б1.В.ДВ.3.2) относится к вариативной части дисциплин по выбору.

## 3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1 Общепрофессиональные и профессиональные компетенции

Изучение дисциплины «Физические основы электроники» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

#### **общепрофессиональные (ОПК):**

– способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности (ОПК-1).

#### **профессиональные (ПК):**

способен подготавливать и тестировать компоненты радиоэлектронных средств (ПК-2.1).

### 3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы;
- принципы работы и устройство контрольно-измерительного оборудования, применяемого для контроля параметров компонентов радиоэлектронных средств, требования к хранению компонентов, технические требования пригодности компонентов, установленные производителем (поставщиком), требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов, правил, стандартов в области испытания, технический английский язык в области микро- и наноэлектроники.

**уметь:**

- применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;
- работать на контрольно-измерительном оборудовании, применяемом для контроля параметров компонентов радиоэлектронных средств, выявлять брак компонентов по внешнему виду.

**владеть:**

- навыками использования знаний естественных наук и математики при решении практических задач инженерной деятельности;
- навыками оформления отчетной документации о выполняемых работах, работы с базами данных и классификаторами контрольных нормативов.

### 3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
<b>Профессиональный модуль</b>		
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения

		<p>социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>
	<p>- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(B18)</b></p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.</p>
	<p>- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка <b>(B19)</b></p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul>

<p>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства <b>(B20)</b>;</p> <p>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения <b>(B21)</b>;</p> <p>- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности <b>(B22)</b></p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <p>- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
<p>- формирование культуры информационной безопасности <b>(B23)</b></p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.</p>
<p><b>УГНС 11.00.00</b> <b>«Электроника, радиотехника и системы связи»:</b></p> <p>- формирование навыков коммуникации и командной работы при разработке электронных средств <b>(B27)</b>;</p> <p>- формирование культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории <b>(B28)</b></p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Основы конструирования электронных средств", "Схемо- и системотехника электронных средств", "Технология производства электронных средств", "Конструирование механизмов и несущих конструкций радиоэлектронных средств", "Конструирование деталей и узлов радиоэлектронных средств» для формирования профессиональной коммуникации, а также привития навыков командной работы за счет использования методов коллективных форм познавательной деятельности, командного выполнения учебных заданий по разработке электронных средств, курсовых работ/проектов и защиты их результатов;</p>

		2. Использование воспитательного потенциала учебной практики и профильной дисциплины "Технология поверхностного монтажа" для формирования культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории через выполнение студентами практических заданий.
--	--	---

#### 4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в 6 семестре составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел*
			Лекции	Лаб. работы	Прак. работы	Самост. работа			
Семестр 6									
1	Раздел 1	1-4	6	-	6	4	ПР1-2	T1	10
2	Раздел 2	5-8	6	-	6	4	ПР3-4	KP1	15
3	Раздел 3	9-12	6	-	6	4	ПР5-6	T2	10
4	Раздел 4	13-18	10	-	8	6	ПР7-9	KP2	15
Итого			28	-	26	18			50
Зачет с оценкой			-						50
Итого за семестр									100

#### 4.1 Содержание лекций

##### 6 семестр

##### Раздел 1

##### Тема 1. Основы теории твердого тела

Строение твердых тел. Энергетические уровни и зоны. Собственная проводимость полупроводников. Глубокие уровни. Примесные полупроводники. Оптические и электрические свойства полупроводников. Жидкокристалльные приборы для отображения информации. Твист-эффект.

Тема 2. Физические эффекты в твердых и газообразных диэлектриках.

Поляризация, электропроводность, диэлектрические потери, проницаемость. Электропроводность диэлектриков, диэлектрические потери, диэлектрическая проницаемость, электрическая прочность, виды пробоя в диэлектриках. Сегнетодиэлектрики. Пьезоэлектрики. Активные диэлектрики. Электропроводность газообразных диэлектриков. Электрoluminesценция, катодoluminesценция.

## **Раздел 2**

Тема 3. Физические эффекты в проводниках

Классификация проводников. Полукристаллические и аморфные металлы и сплавы. Особенности металлов в тонкопленочном состоянии.

Сверхпроводящие проводники. Статический эффект Джозефсона.

Применение сверхпроводимости. Контактная разность потенциалов, термо-эдс, эффекты.

## **Раздел 3**

Тема 4. Физические эффекты в магнитных материалах.

Магнитная структура доменов в кристаллах. Процесс намагничивания. Магнитный гистерезис, магнитная анизотропия. Зависимость параметров от температуры.

Свойства магнитных материалов в СВЧ полях.

## **Раздел 4**

Тема 5. Физические основы процессов в полупроводниковых материалах.

Зонная модель полупроводников (ПП). Вырожденные и невырожденные ПП. Уровень Ферми в ПП. Зависимость уровня Ферми от температуры, степени концентрации примеси. Понятие об электронно-дырочном переходе, типы переходов, токи в p-n-переходе. Прямо смещенный p-n-переход. Вольтамперные характеристики и p-n модель. Эффект поля.

## 4.2 Тематический план практических работ

### 6 семестр

1. Энергетические уровни и зоны.
2. Электропроводность диэлектриков, диэлектрические потери, диэлектрическая проницаемость, электрическая прочность, виды пробоя в диэлектриках.
3. Поляризация, электропроводность, диэлектрические потери, проницаемость.
4. Кинетические явления и оптические свойства полупроводников.
5. Контактная разность потенциалов, термо-эдс, эффекты.
6. Магнитный гистерезис, магнитная анизотропия. Зависимость параметров от температуры.
7. Свойства магнитных материалов в СВЧ полях.
8. Зонная модель полупроводников (ПП). Вырожденные и невырожденные ПП. Уровень Ферми в ПП.
9. Понятие об электронно-дырочном переходе, типы переходов, токи в p-n-переходе. Прямо смещенный p-n-переход. Вольтамперные характеристики и p-n модель.

### 4.2.2 Самостоятельная работа студентов

#### 6 семестр

1. Изучение лекционного материала по теме: «Энергетические уровни и зоны. Собственная проводимость полупроводников».
2. Изучение лекционного материала по теме: «Твист-эффект».
3. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Основы теории твердого тела».
4. Изучение лекционного материала по теме: «Сегнетодиэлектрики. Пьезоэлектрики. Активные диэлектрики».
5. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Физические эффекты в твердых и газообразных диэлектриках».
6. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Физические эффекты в проводниках».
7. Изучение лекционного материала по теме: «Полукристаллические и аморфные металлы и сплавы».



8. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Физические эффекты в магнитных материалах».
9. Изучение лекционного материала по теме: «Свойства магнитных материалов в СВЧ полях».
10. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Физические основы процессов в полупроводниковых материалах».

## **5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В соответствии с компетентностным подходом выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ ВО по направлению подготовки 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств", реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

Практические занятия проводятся также с применением мультимедийного проектора с разбором типовых решений.

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории на лабораторных установках бригадой студентов из 3-4 человек. Все лабораторные работы выполняются фронтально. За 2-3 дня до проведения лабораторных работ студентам выдается их описание для изучения, перед началом работ проводится тестирование студентов для проверки их готовности к выполнению лабораторных работ.

Текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и в целом по дисциплине проводится в форме компьютерного или бумажного тестирования, а также выполнением самостоятельных работ по решению задач.

## **6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **Перечень оценочных средств, используемых для текущей аттестации**

<b>Код</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Краткая характеристика оценочного средства</b>	<b>Представление оценочного средства в фонде</b>
<b>6 семестр</b>			
T1	Тест №1	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
T2	Тест №2		
KP1	Контрольная работа №1	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
KP2	Контрольная работа №2		
LP1	Лабораторная работа №1	Средства проверки умений и навыков применения на практике теоретических знаний	Методическое руководство
LP2	Лабораторная работа №2		
LP3	Лабораторная работа №3		
LP4	Лабораторная работа №4		

### **Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения**

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

<b>Код</b>	<b>Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций</b>			<b>Средства и технологии оценки</b>
	<b>Знать (З)</b>	<b>Уметь (У)</b>	<b>Владеть (В)</b>	
ОПК-1	31	У1	В1	6 семестр: LP1, LP2, LP3, LP4, T1, T2, KP1, KP2
ПК-2.1	32	У2	В2	6 семестр: LP1, LP2, LP3, LP4, T1, T2, KP1, KP2

## Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
<b>4 семестр</b>						
Раздел 1.	<p>Тема 1. Основы теории твердого тела Строение твердых тел. Энергетические уровни и зоны. Собственная проводимость полупроводников. Глубокие уровни. Примесные полупроводники. Оптические и электрические свойства полупроводников. Жидкокристалльные приборы для отображения информации. Твист-эффект.</p> <p>Тема 2. Физические эффекты в твердых и газообразных диэлектриках Поляризация, электропроводность, диэлектрические потери, проницаемость. Электропроводность диэлектриков, диэлектрические потери, диэлектрическая проницаемость, электрическая прочность, виды пробоя в диэлектриках. Сегнетодиэлектрики. Пьезоэлектрики. Активные диэлектрики. Электропроводность</p>	ОПК-1 ПК-2.1	31, 32, У1, У2, В1, В2	ЛР1	Т1	Зачет с оценкой

	газообразных диэлектрико. Электрoлюминесценция, катодoлюминесценция.					
Раздел 2.	Тема 3. Физические эффекты в проводниках Классификация проводников. Полукристаллические и аморфные металлы и сплавы. Особенности металлов в тонкопленочном состоянии. Сверхпроводящие проводники. Статический эффект Джозефсона. Применение сверхпроводимости. Контактная разность потенциалов, термоэдс, эффекты.	ОПК-1 ПК-2.1	31, 32, У1, У2, В1, В2	ЛР2	КР1	
Раздел 3.	Тема 4. Физические эффекты в магнитных материалах Магнитная структура доменов в кристаллах. Процесс намагничивания. Магнитный гистерезис, магнитная анизотропия. Зависимость параметров от температуры. Свойства магнитных материалов в СВЧ полях.	ОПК-1 ПК-2.1	31, 32, У1, У2, В1, В2	ЛР3	Т2	
Раздел 4.	Тема 5. Физические основы процессов в полупроводниковых материалах Зонная модель полупроводников (ПП). Вырожденные и невырожденные ПП. Уровень Ферми в ПП. Зависимость уровня Ферми от температуры, степени	ОПК-1 ПК-2.1	31, 32, У1, У2, В1, В2	ЛР4	КР2	

	концентрации примеси. Понятие об электронно-дырочном переходе, типы переходов, токи в р-п-переходе. Прямо смещенный р-п-переход. Вольтамперные характеристики и р-п модель. Эффект поля.					
--	--	--	--	--	--	--

### 1.9 Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл– мин. балл
T1	Тестовое задание №1	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
T2	Тестовое задание №2	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
KP1	Контрольная работа №1	выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.	10	10 – 6
		выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	9-8	
		выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	7-6	

		выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	<6	
КР2	Контрольная работа №2	выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.	10	<b>10 – 6</b>
		выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	9-8	
		выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	7-6	
		выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	<6	
30	Зачет с оценкой	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной		<b>40-50</b>
30	Зачет с оценкой	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстрацией базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	35-39	<b>&lt;30 – 39</b>
		выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине	30-34	
		если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно–ориентированные вопросы	<30	

### Шкала оценки лабораторных работ

5 баллов – все расчеты произведены верно, присутствуют нужные схемы и рисунки, указаны ключевые формулы, правильно сделан вывод, работа оформлена аккуратно;

4 балла - все расчеты произведены верно, присутствуют нужные схемы и рисунки, указаны ключевые формулы, сделан ошибочный вывод, работа оформлена аккуратно;

3 балла – работа оформлена небрежно, рисунки и схемы не отражают сути происходящих явлений, либо вообще отсутствуют, но при этом все расчеты произведены верно, указаны ключевые формулы, правильно сделан вывод;

2 балла – указаны нужные формулы, расчеты произведены верно, но вывод и изображения отсутствуют;

1 балл – нужные формулы указаны, но расчет произведен не правильно, вывод и рисунки либо отсутствуют, либо не верны.

5 баллов	Отлично	Тема освоена полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы.
4 балла	Хорошо	Теоретическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно.
3 балла	Удовлетворительно	Теоретическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы.
Меньше 3 баллов	Неудовлетворительно	Очень слабые знания, недостаточные для понимания темы, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
	65-69	
3 – «удовлетворительно»	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к усвоению сформированности компетенций дисциплины
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### Вопросы к зачету с оценкой

1. Строение твердых тел.
2. Энергетические уровни и зоны.
3. Собственная проводимость полупроводников.
4. Глубокие уровни.
5. Примесные полупроводники.
6. Оптические и электрические свойства полупроводников.
7. Поляризация, электропроводность, диэлектрические потери, проницаемость.
8. Электропроводность диэлектриков, диэлектрические потери, диэлектрическая проницаемость, электрическая прочность, виды пробоя в диэлектриках.
9. Сегнетодиэлектрики.
10. Пьезоэлектрики.
11. Активные диэлектрики.
12. Электропроводность газообразных диэлектриков.
13. Классификация проводников.



14. Полукристаллические и аморфные металлы и сплавы.
15. Особенности металлов в тонкопленочном состоянии.
16. Сверхпроводящие проводники.
17. Статический эффект Джозефсона.
18. Контактная разность потенциалов.
19. Физические эффекты в магнитных материалах.
20. Магнитная структура доменов в кристаллах.
21. Процесс намагничивания.
22. Магнитный гистерезис, магнитная анизотропия.
23. Зависимость параметров от температуры.
24. Свойства магнитных материалов в СВЧ полях.
25. Физические основы процессов в полупроводниковых материалах.
26. Зонная модель полупроводников (ПП).
27. Вырожденные и невырожденные ПП.
28. Уровень Ферми в ПП.
29. Зависимость уровня Ферми от температуры, степени концентрации примеси.
30. Понятие об электронно-дырочном переходе, типы переходов, токи в р-п-переходе.
31. Прямо смещенный р-п-переход.
32. Вольтамперные характеристики и р-п модель.
33. Эффект поля.
34. Жидкокристалльные приборы для отображения информации.
35. Твист-эффект.
36. Электропроводность газообразных диэлектриков.
37. Электролюминесценция, катодолюминесценция.
38. Применение сверхпроводимости.
39. Контактная разность потенциалов, термо-эдс, эффекты.
40. Элементы зонной теории твердого тела.
41. Разрешенные и запрещенные зоны.
42. Чем отличаются металл, диэлектрик и полупроводник с точки зрения зонной теории.
43. Кристаллическая решетка твердого тела.

44. Индексы Миллера кристаллографических плоскостей и направлений.
45. Типы связей.
46. Дефекты решетки.
47. Собственный полупроводник.
48. Диаграмма энергетических уровней собственного германиевого (кремниевого) полупроводника.
49. Примесные полупроводники.
50. Доноры и акцепторы.
51. Электронный полупроводник.
52. Диаграмма энергетических уровней германиевого (кремниевого) полупроводника.
53. Дырочный полупроводник.
54. Понятия об основных и неосновных носителях заряда.
55. Генерация и рекомбинация носителей заряда.
56. Концентрация основных и неосновных носителей в собственном и примесном полупроводниках.
57. Распределение носителей по энергии. Статистика Ферми-Дирака. Уровень Ферми.
58. Электропроводность полупроводника. Дрейф, диффузия, подвижность носителей.
59. Диффузионные и дрейфовые токи в полупроводниках.
60. Положение уровня Ферми в собственном и примесном полупроводниках. Зависимость положения уровня Ферми от концентрации примеси и температуры. Вырожденные и невырожденные полупроводники.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

1. Смирнов Ю. А. Физические основы электроники: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 560 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168522>.
2. Смирнов Ю. А. Основы нано- и функциональной электроники: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 320 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168521>.
3. Щука А. А. Электроника в 4 ч. Часть 4. Функциональная электроника: учебник для вузов [Электронный ресурс] / А. А. Щука, А. С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 183 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490609>.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Толмачёв В. В. Физические основы электроники [Электронный ресурс] / В. В. Толмачёв, Ф. В. Скрипник. — 2-е изд. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 496 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/92021.html>.
2. Термодинамика и статистическая физика: учебное пособие [Электронный ресурс] / составители Л. В. Михнев, Е. А. Бондаренко. — Ставрополь: СКФУ, 2016. — 125 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/155277>.

### 7.3 Интернет ресурсы

№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
1	Электронная библиотечная система ЮРАЙТ	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
2	Электронная библиотечная система «Лань» ООО "Издательство Лань"	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
3	Электронная библиотечная система IPR BOOKS	<a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>
4	Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО "РУНЭБ"	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
5	Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив) Springer Customer Service Center GmbH, обеспечение доступа ФГБУ "ГПНТБ России"	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
7	StudFiles (Файловый архив студентов)	<a href="https://studfile.net/preview/960265/">https://studfile.net/preview/960265/</a>
8	Рынок микроэлектроники. Справочник по электронным компонентам.	<a href="http://www.gaw.ru/">http://www.gaw.ru/</a>
9	Автор Микушин А. В. All rights reserved.	<a href="https://digteh.ru/MCS51/MCS51_S_51.php">https://digteh.ru/MCS51/MCS51_S_51.php</a>
10	SCI-ARTICL Публикация научных статей	<a href="https://sci-article.ru/gryps.php?i=elektrrotehnika">https://sci-article.ru/gryps.php?i=elektrrotehnika</a>
11	Большая Энциклопедия Нефти и Газа	<a href="http://www.ngpedia.ru/id155581p1.html">http://www.ngpedia.ru/id155581p1.html</a>
12	ИСТИНА (Интеллектуальная Система Тематического Исследования Наукометрических данных)	<a href="https://istina.msu.ru/journals/96319/">https://istina.msu.ru/journals/96319/</a>
13	Международный научно-практический журнал «Программные продукты и системы»	<a href="http://www.swsys.ru/index.php?page=infotg&amp;id=57">http://www.swsys.ru/index.php?page=infotg&amp;id=57</a>
14	KMSOFT (Научные статьи)	<a href="http://kmssoft.ru/lc/C012">http://kmssoft.ru/lc/C012</a>

### 7.4 Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=7719](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7719) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
2. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=28889](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28889) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

3. ИНСТРУМЕНТ. ТЕХНОЛОГИЯ. ОБОРУДОВАНИЕ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=9796](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9796) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8742](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8742) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
5. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. НАНОСИСТЕМЫ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - Режим доступа: [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=32094](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32094) – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
6. ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=28006](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28006) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>