

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Физические основы микро- и наноэлектроники
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Микро- и наноэлектроники**

Учебный план 11.03.04_24_00.plx
11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	50,35	50,35	50,35	50,35
Контактная работа	50,35	50,35	50,35	50,35
Сам. работа	85	85	85	85
Часы на контроль	44,65	44,65	44,65	44,65
Итого	180	180	180	180

г. Рязань

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доц., Мишустин Владислав Геннадиевич

Рабочая программа дисциплины

Физические основы микро- и нанoeлектроники

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Микро- и нанoeлектроники

Протокол от 29.05.2024 г. № 9

Срок действия программы: 2024-2028 уч.г.

Зав. кафедрой Литвинов Владимир Георгиевич

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Микро- и наноэлектроники

Протокол от ____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Микро- и наноэлектроники

Протокол от ____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Микро- и наноэлектроники

Протокол от ____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

Микро- и наноэлектроники

Протокол от ____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование базовых знаний и умений в области физических основ микро- и наноэлектроники в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации, формирование навыков инженерной работы, посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.
1.2	Задачи:
1.3	- формирование представлений о физической сущности процессов, протекающих в материалах микро-и наноэлектроники и приборных структурах на их основе;
1.4	- обучение представлениям обоснованных теоретических моделей физики полупроводников с четким определением границ, в пределах которых справедливы соответствующие физические концепции, модели, теории;
1.5	- обучение физическим принципам работы некоторых устройств микро- и наноэлектроники;
1.6	- формирование навыков и умений исследовательской и инженерной работы;
1.7	- обучение методам обработки и анализа результатов лабораторных экспериментов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Математика
2.1.2	Метрология, стандартизация и сертификация
2.1.3	Статистическая физика электронных процессов
2.1.4	Теоретические основы электротехники
2.1.5	Физические основы электроники
2.1.6	Ознакомительная практика
2.1.7	Учебная практика
2.1.8	Физика
2.1.9	Учебная практика (ознакомительная)
2.1.10	Химия
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Производственная практика
2.2.2	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.3	Преддипломная практика
2.2.4	Производственная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

ОПК-1.1. Использует положения, законы и методы естественных наук для решения задач инженерной деятельности

Знать

фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы.

Уметь

применять фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы.

Владеть

навыками использования фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов.

ОПК-1.2. Использует положения, законы математики для решения задач инженерной деятельности

Знать

физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.

Уметь

применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.

Владеть

навыками использования физических законов и математических методов для решения задач теоретического и прикладного характера.

ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

ОПК-2.1. Проводит самостоятельно экспериментальные исследования**Знать**

основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, систем стандартизации и сертификации.

Уметь

использовать основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, систем стандартизации и сертификации.

Владеть

навыками использования основных методов и средств проведения экспериментальных исследований, систем стандартизации и сертификации.

ОПК-2.2. Использует основные приемы обработки и представления полученных данных**Знать**

основные способы и средства измерений и проведения экспериментальных исследований.

Уметь

применять основные способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.

Владеть

навыками применения основных способов и средств измерений и проведения экспериментальных исследований.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	базовые концепции и модели общей физики, физики полупроводников, квантовой физики, статистической физики, химии, метрологии.
3.2	Уметь:
3.2.1	применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с задачей исследования характеристик и параметров материалов и структур микро- и нанoeлектроники.
3.3	Владеть:
3.3.1	начальными навыками экспериментального исследования параметров и характеристик материалов и структур микро- и нанoeлектроники.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Введение					
1.1	Введение в дисциплину /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Экзамен.
1.2	Введение в дисциплину «Физические основы микро- и нанoeлектроники». Основные этапы развития, связь с другими дисциплинами направления «Электроника и нанoeлектроника» /Лек/	5	1	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.4Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
	Раздел 2. Основные приближения зонной теории твердого тела					
2.1	Основные приближения зонной теории твердого тела /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Экзамен.
2.2	Основные приближения зонной теории твердого тела. Особенности энергетического спектра электрона в кристалле. /Лек/	5	1	ОПК-1.1-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
2.3	Понятие эффективной массы; особенности классического и квантовомеханического описания электронного газа в полупроводниках и металлах. /Лек/	5	1	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.

2.4	Исследование зависимости электропроводности полупроводниковых материалов от температуры и освещения. /Лаб/	5	4	ОПК-1.1-В ОПК-1.2-В ОПК-2.1-В ОПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3Л3.4 Л3.5 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
2.5	Основные приближения зонной теории твердого тела. /Ср/	5	4	ОПК-1.1-У ОПК-1.2-У ОПК-2.1-У ОПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 3. Собственные и примесные полупроводники					
3.1	Собственные и примесные полупроводники /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Экзамен.
3.2	Собственные и примесные полупроводники. Типы и роль примесей в полупроводниках. Методы расчета положения уровня Ферми в полупроводнике. /Лек/	5	1	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
3.3	Особенности температурной зависимости концентрации носителей заряда, основные эффекты, проявляющиеся при высоком уровне легирования; вырожденные полупроводники. /Лек/	5	1	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
3.4	Измерение вольт-амперных характеристик и вольт-фарадных характеристик полупроводниковых барьерных структур (диод Шоттки, p-n переход) /Лаб/	5	4	ОПК-1.1-В ОПК-1.2-В ОПК-2.1-В ОПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3Л3.4 Л3.5 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
3.5	Собственные и примесные полупроводники /Ср/	5	8	ОПК-1.1-У ОПК-1.2-У ОПК-2.1-У ОПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 4. Кинетические явления в твердых телах					
4.1	Кинетические явления в твердых телах /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Экзамен.
4.2	Кинетические явления в твердых телах. Неравновесные явления в полупроводниках. /Лек/	5	1	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
4.3	Основные механизмы рассеяния носителей заряда, подвижность. Тепловые колебания атомов кристаллической решетки. /Лек/	5	1	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
4.4	Измерение диффузионной длины и времени жизни носителей заряда в полупроводниках. /Лаб/	5	4	ОПК-1.1-В ОПК-1.2-В ОПК-2.1-В ОПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.5Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.

4.5	Кинетические явления в твердых телах /Ср/	5	6	ОПК-1.1-У ОПК-1.2-У ОПК-2.1-У ОПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 5. Процессы переноса в металлах					
5.1	Процессы переноса в металлах /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Экзамен.
5.2	Процессы переноса в металлах. Типичные свойства металлов. Функция Ферми. Электропроводность металлов, зависимость от температуры. /Лек/	5	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
5.3	Процессы переноса в металлах. /Ср/	5	10	ОПК-1.1-У ОПК-1.2-У ОПК-2.1-У ОПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 6. Кинетические явления в полупроводниках					
6.1	Кинетические явления в полупроводниках /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Экзамен.
6.2	Кинетические явления в полупроводниках /Лек/	5	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
6.3	Кинетические явления в полупроводниках /Ср/	5	7	ОПК-1.1-3 ОПК-1.1-У ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.2-3 ОПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 7. Оптические явления в твердых телах					
7.1	Оптические явления в твердых телах /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Экзамен.
7.2	Оптические явления в твердых телах. Межзонные электронные переходы. Экситонные эффекты. /Лек/	5	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
7.3	Оптические явления в твердых телах /Ср/	5	6	ОПК-1.1-У ОПК-1.2-У ОПК-2.1-У ОПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 8. Явления в сильных электрических полях					
8.1	Явления в сильных электрических полях /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Экзамен.

8.2	Явления в сильных электрических полях. Понятие сильного поля. Эффект Френкеля-Пула. /Лек/	5	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
8.3	Явления в сильных электрических полях. /Ср/	5	6	ОПК-1.1-У ОПК-1.2-У ОПК-2.1-У ОПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 9. Контактные и поверхностные явления в твердых телах					
9.1	Контактные и поверхностные явления в твердых телах /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Экзамен.
9.2	Понятия работы выхода, контактной разности потенциалов, зонные диаграммы и вольтамперные характеристики контакта металл-полупроводник и р-п- перехода. /Лек/	5	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
9.3	Омические контакты. Гетеропереходы. Природа и свойства поверхностных состояний. /Лек/	5	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
9.4	Поверхностная проводимость. Эффект поля и вольт-фарадные характеристики МДП-структур. /Лек/	5	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
9.5	Изучение термоэлектрических и гальвано-магнитных эффектов в полупроводниках (изучение температурной зависимости термо-ЭДС, изучение эффекта Холла) /Лаб/	5	4	ОПК-1.1-В ОПК-1.2-В ОПК-2.1-В ОПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3Л3.1 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
9.6	Контактные и поверхностные явления в твердых телах. /Ср/	5	6	ОПК-1.1-У ОПК-1.2-У ОПК-2.1-У ОПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 10. Сверхпроводимость					
10.1	Сверхпроводимость /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Экзамен.
10.2	Сверхпроводимость. Критическая температура. Сверхпроводники I и II рода. Высокотемпературные сверхпроводники. Высокотемпературная сверхпроводимость. /Лек/	5	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
10.3	Сверхпроводимость. /Ср/	5	8	ОПК-1.1-У ОПК-1.2-У ОПК-2.1-У ОПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 11. Неупорядоченные твердые тела					
11.1	Неупорядоченные твердые тела /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Экзамен.

11.2	Неупорядоченные твердые тела. Ближний и дальний порядок. Энергетические состояния электронов в неупорядоченных твердых телах. /Лек/	5	1	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
11.3	Плотность состояний. Локализация Андерсона. Переход Андерсона. Порог подвижности. Хвосты плотности состояний. /Лек/	5	1	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
11.4	Неупорядоченные твердые тела. /Ср/	5	8	ОПК-1.1-У ОПК-1.2-У ОПК-2.1-У ОПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 12. Особенности жидкого состояния вещества					
12.1	Особенности жидкого состояния вещества /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Экзамен.
12.2	Особенности жидкого состояния вещества. Жидкость как агрегатное состояние вещества. /Лек/	5	1	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
12.3	Тепловое движение частиц в жидкостях. Квантовые жидкости. /Лек/	5	1	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
12.4	Особенности жидкого состояния вещества. /Ср/	5	4	ОПК-1.1-У ОПК-1.2-У ОПК-2.1-У ОПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 13. Вещества, сочетающие порядок и беспорядок					
13.1	Вещества, сочетающие порядок и беспорядок /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Экзамен.
13.2	Вещества, сочетающие порядок и беспорядок. Сильно легированные полупроводники, жидкие кристаллы. /Лек/	5	2	ОПК-1.2-3 ОПК-1.2-У ОПК-2.2-3 ОПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
13.3	Вещества, сочетающие порядок и беспорядок. /Ср/	5	4	ОПК-2.2-3 ОПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 14. Наноматериалы и нанотехнологии					
14.1	Наноматериалы и нанотехнологии /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Экзамен.
14.2	Наноматериалы и нанотехнологии. Перспективы и тенденции разработки современных технологий и материалов. /Лек/	5	2	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.

14.3	Нanomатериалы и нанотехнологии. /Ср/	5	8	ОПК-1.1-У ОПК-1.2-У ОПК-2.1-У ОПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 15. Заключение					
15.1	Заключение /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Экзамен.
15.2	Заключение. Обобщение современных достижений и анализ проблем в области физических основ микро- и нанoeлектроники. /Лек/	5	1	ОПК-1.1-3 ОПК-1.2-3 ОПК-2.1-3 ОПК-2.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
	Раздел 16. Подготовка к аттестации, иная контактная работа					
16.1	Подготовка к аттестации, иная контактная работа /Тема/	5	0			
16.2	Подготовка к экзамену /Экзамен/	5	44,65		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы.
16.3	Консультация перед экзаменом /Кнс/	5	2			
16.4	Прием экзамена /ИКР/	5	0,35			Контрольные вопросы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Физические основы микро- и нанoeлектроники"")

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Гуртов В. А., Осауленко Р. Н., Алешина Л. А.	Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие	Москва: Техносфера, 2012, 560 с.	978-5-94836-327-1, http://www.iprbookshop.ru/26903.html
Л1.2	Епифанов Г.И.	Физика твердого тела : учеб. пособие	СПб.: Лань, 2011, 288с.	978-5-8114-1001-9, 1
Л1.3	Байков Ю.А., Кузнецов В.М.	Физика конденсированного состояния : учеб. пособие	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011, 293с.	978-5-9963-0290-1, 1
Л1.4	Ансельм А. И.	Введение в теорию полупроводников	Санкт-Петербург: Лань, 2022, 624 с.	978-5-8114-0762-0, https://e.lanbook.com/book/212255

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
---	---------------------	----------	-------------------	-------------------------

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Анфимов И. М., Кобелева С. П., Щемеров И. В.	Физика конденсированного состояния. Электронная структура твердых тел : лабораторный практикум	Москва: Издательский Дом МИСиС, 2014, 76 с.	978-5-87623-724-8, http://www.iprbookshop.ru/56588.html
Л2.2	Вихров С. П., Вишняков Н. В., Мишустин В. Г.	Физические процессы в барьерных структурах на основе неупорядоченных полупроводников : учебное пособие	Саратов: Вузовское образование, 2019, 75 с.	978-5-4487-0364-5, http://www.iprbookshop.ru/79688.html
Л2.3	Вихров С. П., Холомина Т. А.	Свойства и применение металлов и полупроводников : учебное пособие	Саратов: Вузовское образование, 2019, 80 с.	978-5-4487-0365-2, http://www.iprbookshop.ru/79791.html
Л2.4	Айвазов А.А., Будагян Б.Г., Вихров С.П., Попов А.И.	Неупорядоченные полупроводники : Учеб.пособие для вузов	М.МЭИ:Высш. шк., 1995, 352с.	5-7046-0142-1, 1
Л2.5	Вихров С.П., Холомина Т.А.	Свойства и применение металлов и полупроводников : Учеб.пособие	Рязань, 2004, 84с.	5-7722-0250-2, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.1	Авачёв А., Зубков М., Кострюков С., Мишустин В.Г	Технология материалов электронной техники ЧАСТЬ 1 : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2012,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1159
ЛЗ.2	Холомина Т.А., Евдокимова Е.Н.	Подготовка студентов к текущему и промежуточному контролю освоения компетенций : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1295
ЛЗ.3	Мальченко С.И., Мишустин В.Г., Тимофеев В.Н.	Материалы и компоненты радиоэлектронных средств : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2012,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1638
ЛЗ.4	Тимофеев В.Н., Холомина Т.А., Шемонаев Н.В.	Материалы и элементы электронной техники : Метод.указ.к лаб.работам	Рязань, 2001, 64с.	, 1
ЛЗ.5	Холомина Т.А., Ампилогов В.Н., Кобцева Ю.Н., Лабутин А.В., Литвинов В.Г.	Физика твердого тела : Метод.указ.к лаб.работам	Рязань, 2002, 96с.	, 1
ЛЗ.6	Авачев А.П., Воробьева Ю.В., Мишустин В.Г., Фомин П.А.	Физико-химические основы технологических процессов микро- и нанoeлектроники : метод. указ. к лаб. работам	Рязань, 2011, 48с.	, 1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.7	Литвинов В.Г., Мишустин В.Г., Холомина Т.А.	Изучение температурной зависимости термо-ЭДС в полупроводниках : метод. указ. к лаб. работе	Рязань, 2019, 16с.; прил.	, 1
ЛЗ.8	Литвинов В.Г., Мишустин В.Г., Холомина Т.А.	Исследование диода Шоттки методом вольт-фарадных характеристик : метод. указ. к лаб. работе	Рязань, 2019, 20с.; прил.	, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Сайт кафедры микро- и нанoeлектроники РГРТУ: http://www.rsreu.ru/faculties/fe/kafedri/mnel
Э2	Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ», режим доступа по паролю: http://cdo.rsreu.ru/
Э3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам: http://window.edu.ru/
Э4	Интернет Университет Информационных Технологий: http://www.intuit.ru/
Э5	Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю: https://iprbookshop.ru/
Э6	Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю: https://www.e.lanbook.com
Э7	Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю: http://elib.rsreu.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
Операционная система Windows XP	Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно
Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»	Коммерческая лицензия
NI LabView	Лицензия для образовательных учреждений

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
---------	---

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	341 учебно-административный корпус. Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием столы лабораторные (22 шт.), доска магнитно-маркерная, экран настенный, 5 компьютеров, блок питания ВИП-01 (3 шт.), вольтметры В7-21А (3 шт.), В7-21, В7-35 (3 шт.), осциллографы С1-64А (3 шт.), С1-75, измерители Е4-7, Е9-4
2	404 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель (120 мест), мультимедийное оборудование, экран, компьютер, доска.
3	57 учебно-административный корпус. Учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, лабораторных работ текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная лабораторным оборудованием 20 мест, мультимедиа проектор Aser X128H, доска магнитно-маркерная, компьютер, 8 лабораторных столов, 3 компьютера, блоки питания ВИП-009 (7 шт.), ВИП-010(4 шт.), вольтметры В7-21(4 шт.), В7-21А(3 шт.), Ф283, генераторы Г4-165, Г4-81, Г6-27, измеритель Л2-56, лазер ЛГИ-502, осциллографы С1-65, С1-76
4	343 учебно-административный корпус. Учебно-вспомогательная Аудитория для хранения и ремонта оборудования 2 компьютера, принтер, сканер, 5 мест

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания по дисциплине "Физические основы микро- и наноэлектроники").

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"			
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ			
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ	23.08.24 19:12 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Серебряков Андрей Евгеньевич, и.о. заведующего кафедры ЭП	27.08.24 10:56 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ УРОП	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Ерзылёва Анна Александровна, Начальник УРОП	29.08.24 13:30 (MSK)	Простая подпись