

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
Проректор по научной работе и
инновациям

С.И. Гусев

**Специальная дисциплина "Физика
полупроводников"**
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Микро- и наноэлектроники**

Учебный план 1.3.11._06_23_00.plx
1.3.11. Физика полупроводников

Квалификация **Кандидат физико-математических наук**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **1 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
Неделя	18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	18	18	18	18
Итого ауд.	18	18	18	18
Контактная работа	18	18	18	18
Сам. работа	18	18	18	18
Итого	36	36	36	36

г. Рязань

Программу составил(и):

д.ф.-м.н., зав. каф., Литвинов Владимир Георгиевич

Рабочая программа дисциплины

Специальная дисциплина "Физика полупроводников"

разработана в соответствии с:

ФГТ к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

составлена на основании учебного плана:

1.3.11. Физика полупроводников

утвержденного учёным советом вуза от 03.03.2023 протокол № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Микро- и нанoeлектроники

Протокол от 23.05.2023 г. № 10

Срок действия программы: 2023-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Литвинов Владимир Георгиевич

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Микро- и наноэлектроники

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

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 _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование у аспирантов перечисленных ниже компетенций и систематических знаний в области фундаментальных теоретических принципов, определяющих особенности физических процессов и явлений в твердых телах, как научной основы для выполнения научно-квалификационной работы (НКР), проведения научно-исследовательской и дальнейшей профессиональной деятельности.
1.2	В задачи дисциплины входит:
1.3	- изучение физических процессов, фундаментальных основ физики твердого тела и методов их практического использования;
1.4	- расширение научного кругозора и эрудиции аспирантов, овладение методами теоретического описания и основными теоретическими моделями физики твердого тела с четким определением границ, в пределах которых справедливы те или иные физические концепции, модели, теории;
1.5	- совершенствование навыков постановки физического эксперимента по изучению свойств твердых тел, применения современных экспериментальных методик и информационно-коммуникационных технологий;
1.6	- совершенствование навыков моделирования физических процессов в твердотельных материалах и структурах с использованием современных информационно-коммуникационных технологий;
1.7	- совершенствование навыков профессионального изложения научного, экспериментального и теоретического материала в виде докладов, презентаций, научных публикаций; умения теоретически обосновать явления, обусловленные физическими процессами в твердых телах;
1.8	- применение приобретенных теоретических и практических знаний для решения конкретных задач при подготовке выпускных работ, в научно-исследовательской, а также дальнейшей профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося: Знания по специальным дисциплинам из области физики и технологии материалов электронной техники.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Методы физического эксперимента
2.2.2	Кандидатский экзамен по специальной дисциплине в соответствии с научной специальностью "Физика полупроводников"
2.2.3	Научно-исследовательская практика
2.2.4	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.5	Подготовка и представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

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

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	базовые концепции и модели квантовой и статистической физики, физики твердого тела, физики полупроводниковых приборов, физики наносистем.
3.2	Уметь:
3.2.1	применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с задачей исследования физических процессов в твердом теле, электронных элементах и квантово-размерных структурах твердотельной электроники.
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками экспериментального исследования параметров и характеристик материалов электронной техники, полупроводниковых структур и приборов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Введение. Предмет дисциплины и ее задачи.					
1.1	Введение. Предмет дисциплины и ее задачи. /Тема/	4	0			

1.2	Введение. Предмет дисциплины и ее задачи. Основные этапы развития теории твердого тела. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
1.3	Связь дисциплины с другими разделами физики и другими дисциплинами учебного плана подготовки аспирантов. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
1.4	Зонная структура важнейших бинарных и многокомпонентных соединений. Способы управления параметрами зонной структуры твердых тел и композиционных полупроводниковых структур. /Ср/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Результаты решения контрольных задач, ответы на тестовые задания.
	Раздел 2. Кристаллическая структура твердых тел.					
2.1	Кристаллическая структура твердых тел. /Тема/	4	0			
2.2	Кристаллическая структура твердых тел. Типы межатомных связей. Симметрия и сингонии кристаллов. Преобразования симметрии: операции и элементы симметрии, классы симметрии. Ячейки Браве. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
2.3	Основные типы кристаллических структур. Координационное число и координационный многогранник. Определение стехиометрической формы вещества. Плотнейшие упаковки частиц в кристаллических структурах. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
2.4	Структуры реальных кристаллов. Классификация дефектов структуры, их модели. Расчет концентрации дефектов по Френкелю и по Шоттки. Линейные несовершенства: дефекты упаковки, краевые и винтовые дислокации, методы их изучения. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
2.5	Дифракция в кристаллах, закон Вульфа-Брегга. Обратное пространство. Расчет параметров кристаллов при помощи представлений об обратной решетке. /Лек/	4	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
2.6	Методы рентгеноструктурного, электронного и нейтронного анализов для изучения структуры и параметров кристаллов. /Лек/	4	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
2.7	Зонная структура твердых тел. Основные теоретические методы расчета зонной структуры кристаллических твердых тел. /Ср/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
2.8	Основные механизмы переноса зарядов в твердом теле. Диффузионный, прыжковый, баллистический, туннельный процессы. Критерий вырождения. Расчет параметров вырожденных полупроводников и металлов. /Ср/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.

2.9	Динамика кристаллической решетки. Электрон-фононное взаимодействие. /Ср/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Результаты решения контрольных задач, ответы на тестовые задания.
	Раздел 3. Динамика кристаллической решетки.					
3.1	Динамика кристаллической решетки. /Тема/	4	0			
3.2	Динамика кристаллической решетки. Упругие волны, смещения атомов в струне, линейной цепочке и структуре с базисом. Колебательные моды одноатомной решетки. Волновой вектор, фазовая и групповая скорости. Закон дисперсии. Температура Дебая. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
3.3	Колебательный спектр решетки с базисом. Оптические и акустические колебания. Закон дисперсии. Графическая иллюстрация упругих волн кристаллической решетки. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
3.4	Статистика фононов. Теплоемкость кристаллической решетки. Закон Дюлонга-Пти. Модели Эйнштейна и Дебая–Борна зависимости молярной теплоемкости кристалла от температуры. Теплопроводность электронная и решеточная. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
3.5	Термоэлектрические явления в твердых телах: эффекты Зеебека, Пельтье, Томсона. Природа термо-э.д.с. Вывод формул Писаренко. Применение термоэлектрических явлений. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
3.6	Расчет температурной зависимости электропроводности и положения уровня Ферми в собственных и примесных полупроводниках. Расчет удельной теплоемкости твердых тел. Расчет термо-э.д.с. /Ср/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
3.7	Многочастичные взаимодействия в полупроводниках. /Ср/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Результаты решения контрольных задач, ответы на тестовые задания.
	Раздел 4. Электронные процессы в металлах и полупроводниках.					
4.1	Электронные процессы в металлах и полупроводниках. /Тема/	4	0			
4.2	Электронные процессы в металлах и полупроводниках. Классическая и квантовая теории электронных процессов. Классические представления Друде-Лоренца и квантовые Зоммерфельда. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
4.3	Представления о квазичастицах. Закон дисперсии для свободных электронов. Плотность разрешенных электронных состояний в разрешенных и запрещенной зонах. Основные характеристики электрона в периодическом поле решетки. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.

4.4	Квазиимпульс. Эффективная масса. Скорость и ускорение электрона в периодическом поле решетки кристалла. Периодичность энергии электрона в кристалле. Зоны Бриллюэна для плоской квадратной решетки. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
4.5	Зонная теория твердых тел, основные приближения, лежащие в ее основе. Обобщенная функция распределения. Расчет концентрации равновесных электронов и дырок в невырожденном примесном и собственном полупроводнике. /Лек/	4	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
4.6	Зависимость концентрации и положения уровня Ферми в полупроводниках от температуры. Динамика движения электронов в металлах и полупроводниках. /Лек/	4	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
4.7	Расчет основных характеристических длин. Классические размерные эффекты на длине свободного пробега и длине остывания. Расчет оптических и магнитооптических параметров электронных систем пониженной размерности. /Ср/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
4.8	Расчет э.д.с. Холла, холловской подвижности и концентрации носителей заряда в полупроводниках. /Ср/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
4.9	Мезоскопические явления в полупроводниках и композитных структурах. /Ср/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Результаты решения контрольных задач, ответы на тестовые задания.
Раздел 5. Магнитные свойства твердых тел.						
5.1	Магнитные свойства твердых тел. /Тема/	4	0			
5.2	Магнитные свойства твердых тел. Основные магнитные параметры вещества. Движение и энергетический спектр электронов в однородном постоянном магнитном поле. Гиромангнитные соотношения. Квантование магнитных моментов. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
5.3	Диа- и парамагнетизм твердого тела, электронного газа. Теория Ланжевена. Модель Ланжевена – Бриллюэна. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
5.4	Природа ферромагнетизма. Молекулярное поле Вейсса. Обменный интеграл. Обменное взаимодействие. Прямой, косвенный и сверхобмен. Ферромагнитные домены. Стенки Блоха. Спиновые волны Блоха, магноны. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм. Магнитные резонансы. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.

5.5	Расчет параметров диа- пара- и ферромагнетиков по модели Ланжевена-Бриллюэна. /Ср/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
5.6	Расчет параметров диа- пара- и ферромагнетиков по модели Ланжевена-Бриллюэна. /Ср/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Результаты решения контрольных задач, ответы на тестовые задания.
	Раздел 6. Заключение.					
6.1	Заключение. /Тема/	4	0			
6.2	Заключение. Уникальные свойства и характеристики твердотельных материалов для электроники и нанoeлек-троники будущего. Перспективы и тенденции разработки современных технологий и материалов. /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачет.
6.3	Особенности рассеяния носителей заряда с переворотом спина. Спин-обитальное взаимодействие и рассеяние на магнитных центрах. Спи-новый эффект Холла. /Ср/	4	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Результаты решения контрольных задач, ответы на тестовые задания.
	Раздел 7. Промежуточная аттестация.					
7.1	Подготовка к аттестации, иная контактная работа. /Тема/	4	0			
7.2	Подготовка к зачету и консультациям. /Ср/	4	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы.
7.3	Подготовка к зачету. /Ср/	4	3,75		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы.
7.4	Зачет. /Ср/	4	0,25		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольные вопросы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Физика полупроводников").

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
---	---------------------	----------	-------------------	-------------------------

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Анфимов И. М., Кобелева С. П., Коновалов М. П., Осипов Ю. В., Орлова М. Н., Спицына Л. Г.	Физика твердого тела : сборник задач	Москва: Издательский Дом МИСиС, 2011, 70 с.	978-5-87623-426-1, http://www.iprbookshop.ru/56591.html
Л1.2	Разумовская И. В.	Физика твердого тела. Часть 2. Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства решетки	Москва: Прометей, 2011, 64 с.	978-5-4263-0032-3, http://www.iprbookshop.ru/9611.html
Л1.3	Холомина Т.А.	Электронные процессы в твердом теле : учеб. пособие для вузов	Москва: Горячая линия-Телеком, 2019, 110с.; прил.	978-5-9912-0764-5

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	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
Л2.2	Холомина Т.А.	Физика твердого тела : Метод.указ.к практ.занятиям	Рязань, 2006, 39с.	
Л2.3	Павлов П.В., Хохлов А.Ф.	Физика твердого тела : Учеб.для вузов	М.:Выш.шк., 2000, 494с.	5-06-003770-3

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Холомина Т.А.	Электронные процессы в твердом теле : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2017,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1302
Л3.2	Епифанов Г.И.	Физика твердого тела : учеб. пособие	СПб.: Лань, 2011, 288с.	978-5-8114-1001-9

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Сайт кафедры микро- и нанoeлектроники РГРТУ: http://www.rsreu.ru/faculties/fe/kafedri/mnel ; https://disk.rsreu.ru			
Э2	Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ», режим доступа: по паролю. – URL: 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. – URL: 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. – URL: https://www.e.lanbook.com			
Э7	Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. – URL: 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
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
LibreOffice	Свободное ПО
Adobe Acrobat Reader DC	Свободное ПО
Операционная система Windows	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	501 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест) ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	343 учебно-административный корпус. Учебно-вспомогательная Аудитория для хранения и ремонта оборудования 2 компьютера, принтер, сканер, 5 мест
3	51 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы 30 мест, мультимедиа проектор benQ Pb 6200, доска магнитно-маркерная, компьютер, экран настенный

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания по дисциплине "Физика полупроводников").

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ	25.12.23 12:07 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ	25.12.23 12:08 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ПРОРЕКТОРОМ ПО УР	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Гусев Сергей Игоревич, Проректор по научной работе и инновациям	25.12.23 12:08 (MSK)	Простая подпись