

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

Физика неупорядоченных полупроводников
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Микро- и наноэлектроники**
Учебный план 1.3.11._06_24_00.plx
 1.3.11. Физика полупроводников

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32	32	32	32
Сам. работа	40	40	40	40
Итого	72	72	72	72

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Вишняков Николай Владимирович; д.ф.-м.н., Зав. каф., Литвинов Владимир Георгиевич

Рабочая программа дисциплины

Физика неупорядоченных полупроводников

разработана в соответствии с ФГТ:

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 22.02.2024 протокол № 9.

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 нанoeлектроники

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 нанoeлектроники

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 нанoeлектроники

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 нанoeлектроники

Протокол от ____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование углубленных знаний и умений в области актуальных физических проблем и тенденций развития физики и технологии неупорядоченных материалов для создания элементов, приборов и устройств твердотельной электроники и нанoeлектроники.
1.2	Задачи:
1.3	- обучение представлениям о классификации и технологии получения неупорядоченных полупроводниковых материалов;
1.4	- обучение представлениям о физических явлениях в неупорядоченных материалах и структурах на их основе и физическим принципам функционирования приборов на основе неупорядоченных полупроводников.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Конструирование микро- и наносистем
2.1.2	Микросхемотехника
2.1.3	Процессы микро- и нанотехнологии
2.1.4	Современные твердотельные датчики
2.1.5	Схемотехника микроэлектронных устройств
2.1.6	Тепловые процессы в электронике
2.1.7	Технология изделий микро- и нанoeлектроники
2.1.8	Элементы электронной техники
2.1.9	Информационные технологии
2.1.10	Твердотельная электроника
2.1.11	Технологические процессы нанoeлектроники
2.1.12	Интеллектуальные датчики
2.1.13	Сложнофункциональные электронные блоки
2.1.14	Схемотехника микроэлектромеханических устройств
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Преддипломная практика

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

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные физические явления; фундаментальные основы физики неупорядоченных систем, основные характеристики материалов, их применение в элементах микро- и нанoeлектроники, основы технологий микро- и нанoeлектроники.
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 неупорядоченных полупроводников.
3.3	Владеть:
3.3.1	владения грамотным физическим научным языком; международной системой единиц измерений физических величин (СИ) при физических расчетах и формулировке физических закономерностей; базовыми навыками экспериментального исследования параметров и характеристик неупорядоченных материалов и структур.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Введение. Микроскопические и термодинамические аспекты классификации неупорядоченных систем.					
1.1	Введение. Микроскопические и термодинамические аспекты классификации неупорядоченных систем. /Тема/	5	0			Аналитический отчет. Зачёт.

1.2	Введение. Классификация неупорядоченных электронных материалов, систем. /Лек/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
1.3	Физические аспекты классификации неупорядоченных систем. /Пр/	5	2		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
1.4	Физические аспекты классификации неупорядоченных систем. /Ср/	5	5		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 2. Атомная структура неупорядоченных систем.					
2.1	Атомная структура неупорядоченных систем. /Тема/	5	0			Аналитический отчёт. Зачёт.
2.2	Физическая структура неупорядоченных материалов и систем. /Лек/	5	2		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
2.3	Физическая структура неупорядоченных материалов и систем. /Пр/	5	2		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
2.4	Физическая структура неупорядоченных материалов и систем. /Ср/	5	5		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 3. Электронные состояния, оптические свойства и транспорт носителей в неупорядоченных полупроводниках.					
3.1	Электронные состояния, оптические свойства и транспорт носителей в неупорядоченных полупроводниках. /Тема/	5	0			Аналитический отчёт. Зачёт.
3.2	Электронные состояния, оптические свойства и транспорт носителей в неупорядоченных полупроводниках. /Лек/	5	2		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.

3.3	Электронные состояния, оптические свойства и транспорт носителей в неупорядоченных полупроводниках. /Пр/	5	2		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
3.4	Электронные состояния, оптические свойства и транспорт носителей в неупорядоченных полупроводниках. /Ср/	5	5		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 4. Технологические методы получения неупорядоченных материалов.					
4.1	Технологические методы получения неупорядоченных материалов. /Тема/	5	0			Аналитический отчёт. Зачёт.
4.2	Технологические методы получения неупорядоченных материалов. /Лек/	5	2		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
4.3	Технологические методы получения неупорядоченных материалов. /Пр/	5	2		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
4.4	Технологические методы получения неупорядоченных материалов. /Ср/	5	4		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 5. Управление свойствами неупорядоченных полупроводников.					
5.1	Управление свойствами неупорядоченных полупроводников. /Тема/	5	0			Аналитический отчёт. Зачёт.
5.2	Управление свойствами неупорядоченных полупроводников. /Лек/	5	2		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
5.3	Управление свойствами неупорядоченных полупроводников. /Пр/	5	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.

5.4	Управление свойствами неупорядоченных полупроводников. /Ср/	5	4		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 6. Контактные и поверхностные явления в структурах на основе неупорядоченных полупроводников.					
6.1	Физические явления в структурах на основе неупорядоченных полупроводников. /Тема/	5	0			Аналитический отчёт. Зачёт.
6.2	Физические явления в структурах на основе неупорядоченных полупроводников. /Лек/	5	2		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
6.3	Физические явления в структурах на основе неупорядоченных полупроводников. /Пр/	5	2		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
6.4	Физические явления в структурах на основе неупорядоченных полупроводников. /Ср/	5	4		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 7. Приборы и устройства на основе неупорядоченных полупроводников.					
7.1	Приборы и устройства на основе неупорядоченных полупроводников. /Тема/	5	0			Аналитический отчёт. Зачёт.
7.2	Приборы и устройства на основе неупорядоченных полупроводников. /Лек/	5	2		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
7.3	Приборы и устройства на основе неупорядоченных полупроводников. /Пр/	5	2		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
7.4	Приборы и устройства на основе неупорядоченных полупроводников. /Ср/	5	6		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.

	Раздел 8. Заключение. Перспективы применения неупорядоченных полупроводников.					
8.1	Заключение. Перспективы применения неупорядоченных полупроводников. /Тема/	5	0			Аналитический отчёт. Зачёт.
8.2	Заключение. Перспективы применения неупорядоченных полупроводников. /Лек/	5	2		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
8.3	Перспективы применения неупорядоченных полупроводников /Пр/	5	1,75		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
8.4	Перспективы применения неупорядоченных полупроводников. /Ср/	5	3		Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 9. Промежуточная аттестация.					
9.1	Подготовка к аттестации, иная контактная работа. /Тема/	5	0			
9.2	Подготовка к зачёту. /Ср/	5	4			Контрольные вопросы.
9.3	Приём зачёта. /Пр/	5	0,25			Контрольные вопросы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Физика неупорядоченных 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
Л1.1	Вихров С.П., Холомина Т.А.	Свойства и применение металлов и полупроводников : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2005,	, https://elib.rsre.ru/ebbs/download/239
Л1.2	Айвазов А.А., Будагян Б.Г., Вихров С.П., Попов А.И.	Неупорядоченные полупроводники : Учеб.пособие для вузов	М.МЭИ:Вышш. шк., 1995, 352с.	5-7046-0142-1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.3	Бодягин Н.В., Вихров С.П., Ларина Т.Г., Мурсалов С.М., Тимофеев В.Н.	Природа невоспроизводимости структуры и свойств материалов для микро- и нанoeлектроники : Учеб.пособие	Рязань, 2004, 64с.	
Л1.4	Вихров С.П., Вишняков Н.В., Мишустин В.Г.	Физические процессы в барьерных структурах на основе неупорядоченных полупроводников : Учеб.пособие	Рязань, 2006, 72с.	
Л1.5	Авачева Т.Г., Бодягин Н.В., Вихров С.П., Мурсалов С.М.	Процессы самоорганизации в неупорядоченных материалах : Учеб.пособие	Рязань, 2007, 56с.	

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Горелик С. С., Дашевский М. Я.	Материаловедение полупроводников и диэлектриков : учебник для вузов	Москва: Издательский Дом МИСиС, 2003, 481 с.	5-87623-018-7, http://www.iprbookshop.ru/56738.html
Л2.2	Шишкин Г.Г., Агеев И.М.	Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства : учеб. пособие	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011, 408с.	978-5-9963-0638-1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Авачёва Т. Г., Бодягин Н. В., Вихров С. П., Мурсалов С. М.	Процессы самоорганизации в неупорядоченных материалах : учебное пособие	Саратов: Вузовское образование, 2007, 54 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/20682.html
Л3.2	Вихров С.П., Бигдай Е.В., Самойлов В.О., Чигирев Б.И.	Сенсорные системы организма : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2005,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/309
Л3.3	Вихров С.П., Холомина Т.А.	Свойства и применение металлов и полупроводников : Учеб.пособие	Рязань, 2004, 84с.	5-7722-0250-2
Л3.4	Ю П., Кардона М.	Основы физики полупроводников	М.: Физматлит, 2002, 560с.	5-9221-0268-0

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, режим доступа: по паролю: 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
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
LibreOffice	Свободное ПО
SMathStudio	Свободное ПО
MathCAD	Коммерческая лицензия

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

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

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	42 учебно-административный корпус. Учебная лаборатория 24 места, мультимедиа проектор Ben QMP575, доска магнитно-маркерная, 3 компьютера, 3 измерительных прибора NanoEducator, устройство заточки/травления зондов, 2 спектрометра СФ-26, вольтметры В7-21А(3шт.)
---	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ	08.08.24 11:50 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ	08.08.24 11:50 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ ОА	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Нефедова Елена Евгеньевна, Начальник отдела аспирантуры	14.08.24 10:10 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ПРОРЕКТОРОМ ПО НР И И	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Гусев Сергей Игоревич, Проректор по научной работе и инновациям	02.09.24 17:40 (MSK)	Простая подпись