

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

**Управление свойствами наноматериалов и
наноструктур**
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Микро- и нанoeлектроники**

Учебный план v11.04.04_24_00.plx
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Квалификация **магистр**

Форма обучения **очно-заочная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	32,25	32,25	32,25	32,25
Контактная работа	32,25	32,25	32,25	32,25
Сам. работа	67	67	67	67
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доц., Рыбина Наталья Владимировна

Рабочая программа дисциплины

Управление свойствами наноматериалов и наноструктур

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

составлена на основании учебного плана:

11.04.04 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: 2024-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Литвинов Владимир Георгиевич

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 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 профессиональных знаний в области управления свойствами наноматериалов и наноструктур в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом; развитие современных представлений о методах получения, модификации и контроля свойств твердотельных структур электроники и наноэлектроники; формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.
1.2	Задачи:
1.3	- изучение способов управления свойствами наноматериалов и наноструктур;
1.4	- изучение методов контроля свойств наноматериалов и наноструктур;
1.5	- обучение навыкам аналитической работы подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;
1.6	- обучение навыками использования новых идей и подходов к решению задач в области управления свойствами наноматериалов и наноструктур.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Современная философия и методология науки
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Научно-исследовательская работа (часть 2)
2.2.2	Производственная практика
2.2.3	Технология систем на кристалле
2.2.4	Фундаментальные основы физики наносистем и нанотехнологий
2.2.5	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.6	Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**ПК-1: Способен совершенствовать процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур****ПК-1.1. Модернизирует существующие и внедряет новые методы и оборудование для измерений параметров наноматериалов и наноструктур**

Знать
способы модернизации существующих и внедрения новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур

Уметь
модернизировать существующие и внедряет новые методы и оборудование для измерений параметров наноматериалов и наноструктур

Владеть
навыками модернизации существующих и внедрения новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур

ПК-1.2. Модернизирует существующие и внедряет новые процессы и оборудование для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Знать
методы модернизации существующих и внедрения новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Уметь
модернизировать существующие и внедрять новые процессы и оборудование для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Владеть
навыками модернизации существующих и внедрения новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

ПК-8: Способен разрабатывать и внедрять современные технологические процессы, осваивает новое оборудование, технологическую оснастку, необходимые режимы производства на выпускаемую организацией продукцию**ПК-8.1. Выполняет экспериментальные работы и освоение новых технологических процессов**

Знать способы выполнения экспериментальных работ и освоения новых технологических процессов Уметь выполнять экспериментальные работы и освоение новых технологических процессов Владеть навыками выполнения экспериментальных работ и освоения новых технологических процессов
ПК-8.2. Выполняет экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов, новых видов оборудования и технологической оснастки
Знать методы выполнения экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов, новых видов оборудования и технологической оснастки Уметь выполнять экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов, новых видов оборудования и технологической оснастки Владеть навыками выполнения экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов, новых видов оборудования и технологической оснастки

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	базовые концепции и модели общей физики, физики конденсированного состояния; основные процессы технологии производства наноматериалов и наноструктур.
3.2	Уметь:
3.2.1	применять на практике основные приемы и программные средства решения прикладных задач и представления данных.
3.3	Владеть:
3.3.1	экспериментального исследования параметров и характеристик твердотельных материалов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Физические основы структурообразования твердого тела.					
1.1	Физические основы структурообразования твердого тела. /Тема/	2	0			
1.2	Физические основы структурообразования твердого тела. Стадии зарождения твердых тел. Рост частиц фазообразующего вещества. Спонтанное упорядочение вещества. Отклик твердого вещества на внешние воздействия. /Лек/	2	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
1.3	Спонтанное упорядочение вещества. Формирование диссипативных структур. Особенности эволюции нанодисперсного вещества. /Ср/	2	8	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 2. Наноматериалы, применяемые в электронике.					
2.1	Наноматериалы, применяемые в электронике. /Тема/	2	0			

2.2	Нульмерные, одномерные, двумерные наноматериалы. Наноматериалы, применяемые в электронике. /Лек/	2	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
2.3	Расчет информационно-корреляционных характеристик модельных поверхностей. /Лаб/	2	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
2.4	Самоорганизация, самосборка наноматериалов. Конструкционные и функциональные наноматериалы. Области применения наноматериалов. /Ср/	2	10	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 3. Наноструктуры, изготовленные физическими методами.					
3.1	Наноструктуры, изготовленные физическими методами. /Тема/	2	0			
3.2	Наноструктуры, изготовленные физическими методами. Углеродные нанотрубки, фуллерены, графен. Нанокристаллические, нанокмпозиционные материалы. /Лек/	2	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
3.3	Расчет информационно-корреляционных характеристик реальных поверхностей наноматериалов и наноструктур. /Лаб/	2	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.

3.4	Золь-гель технология наночастиц и нанопористых материалов. Синтез наночастиц методами осаждения в жидких средах. Электрохимические методы получения наноматериалов. Матричный (темплатный) синтез наночастиц и наноматериалов. Методы получения нанопорошков. /Ср/	2	10	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 4. Диагностика наноматериалов и их свойства.					
4.1	Диагностика наноматериалов и их свойства. /Тема/	2	0			
4.2	Диагностика наноматериалов и их свойства. Физические методы исследования свойств наноматериалов и наноструктур. Методы анализа данных структуры материалов. /Лек/	2	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
4.3	Исследования влияния технологических параметров при синтезе наноматериалов и наноструктур методом химического осаждения из газовой фазы. /Лаб/	2	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
4.4	Методы исследования наноматериалов. Сканирующая электронная микроскопия. Атомно-силовая и сканирующая туннельная микроскопия. Методы исследования химического состава. /Ср/	2	17	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 5. Способы управления свойствами наноматериалов и наноструктур.					
5.1	Способы управления свойствами наноматериалов и наноструктур. /Тема/	2	0			

5.2	Способы управления свойствами наноматериалов и наноструктур. Структурная модификация материалов. Введение легирующих добавок в процессе изготовления материалов. Воздействие внешних факторов на процесс изготовления материала. Влияние излучения на структуру материала. /Лек/	2	6	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
5.3	Исследования влияния технологических параметров при синтезе наноматериалов и наноструктур методом физического осаждения из газовой фазы. /Лаб/	2	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
5.4	Кристаллизация аморфных сплавов. Нанопокртия, получаемые осаждением материала на поверхность. Способы уменьшения дефектов структуры материалов. Термическая обработка наноматериалов. Легирование наноматериалов. /Ср/	2	22	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 6. Промежуточная аттестация.					
6.1	Подготовка к аттестации, иная контактная работа. /Тема/	2	0			
6.2	Подготовка к зачёту. /Зачёт/	2	8,75	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		Контрольные вопросы.
6.3	Приём зачёта. /ИКР/	2	0,25	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В		Контрольные вопросы.

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Управление свойствами наноматериалов и наноструктур").

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	Алпатов А.В., Вихров С.П., Рыбина Н.В., Рыбин Н.Б.	Методы исследования процессов самоорганизации : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2015,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1284
Л1.2	Вихров С.П., Рыбина Н.В., Бодягин Н.В., Рыбин Н.Б., Алпатов А.В.	Самоорганизующиеся структуры в электронике : монография	Рязань, 2017, 168с.	978-5-904308-10-0
Л1.3	Марголин В. И., Жабров В. А., Лукьянов Г. Н., Тупик В. А.	Введение в нанотехнологию : учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2022, 464 с.	978-5-8114-1318-8, https://e.lanbook.com/book/209636

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Мелихов И.В.	Физико-химическая эволюция твердого вещества	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 309с.	978-5-94774-338-8

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	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

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. 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 XP	Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно

Операционная система MS DOS	Бессрочно. Корпоративная лицензия Microsoft Imagine Membership ID 700565239
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
LibreOffice	Свободное ПО
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
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.)
2	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
3	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 "Управление свойствами наноматериалов и наноструктур").

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 19:23 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ	23.08.24 19:23 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ УРОП	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Ерзылёва Анна Александровна, Начальник УРОП	29.08.24 11:53 (MSK)	Простая подпись