

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А. _____

(подпись)

_____ 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки (специальности): 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация): Приборы и устройства в микро- и нанoeлектронике
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения очная Срок обучения нормативный

Кафедра полупроводниковой электроники и нанoeлектроники
(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработал: Свистова Т.В., к.т.н.
(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии ФРТЭ
(наименование факультета)

Протокол № _____ от «_____» _____ 2016 г.

Председатель методической комиссии Москаленко А.Г.
(Ф.И.О)

Воронеж 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А. _____

(подпись)

_____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

Направление подготовки (специальности): 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

(код, наименование)

Профиль: “Приборы и устройства в микро- и нанoeлектронике”

(название профиля по УП)

Часов по УП: 144; Часов по РПД: 144;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 108; Часов по РПД: 108;

Часов на самостоятельную работу по УП: 54;

Часов на самостоятельную работу по РПД: 54;

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 4;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 3; Зачеты – 0; Зачеты с оценкой - 0;

Курсовые проекты - 0; Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																		
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 12		Итого		
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	
Лекции					18	18												18	18
Лабораторные					36	36												36	36
Практические					-	-												-	-
Ауд. занятия					54	54												54	54
Сам. работа					54	54												54	54
Итого					108	108												108	108

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» квалификация «Магистр». Утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 30 октября 2014 г. № 1407.

Программу составил: _____ к.т.н., Свистова Т.В.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент (ы): _____

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки магистров по направлению 11.04.04 “Электроника и наноэлектроника”, профиль “Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике”.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники

протокол № _____ от _____ 2016 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ _____ С.И. Рембеза

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель освоения дисциплины
1.1.1	изучение передовых достижений, основных направлений, тенденций, перспектив и проблем развития современной электроники и нанoeлектроники;
1.1.2	формирование навыков оценки новизны исследований и разработок, освоения новых методологических подходов к решению профессиональных задач в области электроники и нанoeлектроники.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	познакомить обучающихся с физическими основами и принципами построения приборов устройств и систем современной электроники;
1.2.2	дать информацию о принципах действия основных устройств современной электроники и нанoeлектроники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б.1	код дисциплины в УП: Б1.Б.5
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении курсов	
Б1.В.ОД.1	Физика низкоразмерных структур в микро- и нанoeлектронике
Б1.В.ОД.6	Моделирование физических процессов в микро- и нанoeлектронике
Б1.В.ДВ.4.1	Перспективные технологические процессы для производства больших интегральных схем, микро- и наносистем
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.В.ОД.2	Технологии больших интегральных схем, микро- и наносистем
Б1.В.ОД.3	Диагностика наноматериалов и наноструктур

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОК-3	готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности
ОПК-1	способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения
ОПК-2	способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры
ПК-1	готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники (ОПК-2);

3.1.2	передовой отечественный и зарубежный научный опыт в профессиональной сфере деятельности (ОПК-2);
3.1.3	основные источники научно-технической информации по проблемам современной электроники и нанoeлектроники (ОПК-2).
3.2	Уметь
3.2.1	предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в профессиональной сфере деятельности (ПК-1);
3.2.2	осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы для современных систем электроники и нанoeлектроники (ПК-1).
3.3	Владеть:
3.3.1	современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения (ОПК-1);
3.3.2.	навыками дискуссии в области современной электроники и нанoeлектроники, терминологией в области квантовой электроники (ОК-3).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					
				Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	Всего часов
1	Роль поверхности в создании устройств микро- и нанoeлектроники.	3	1	2	-	-	7		9
2	Квантовые основы нанoинженерии. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства	3	3, 5	4	-	16	9		29
3	Технологические возможности перспективных видов эпитаксии. Создание интегральных устройств методами литографии.	3	7	2	-	12	7		21
4	Физическая природа сверхпроводимости.	3	9	2	-	-	7		9
5	Микроволны и их природа.	3	11	2	-	-	7		9
6	Температурная и радиационная стойкость изделий электронной техники	3	13	2	-	-	7		9
7	Структуры и приборы экстремальной электроники	3	15, 17	4	-	8	10		22
8	Подготовка к экзамену							36	36
Итого				18		36	54	36	144

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
Раздел 1. Роль поверхности в создании устройств микро- и нанoeлектроники		2	
1	Поверхность и её свойства. Поверхностный потенциал. Поверхностные состояния. Уровни Тамма. Быстрые и медленные поверхностные состояния.	2	
Раздел 2. Квантовые основы наноинженерии. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства		4	
3	Микрокластеры и их энергетическое состояние. Методы получения и применения структур с атомными кластерами. Напряженные полупроводниковые структуры, их свойства и применение.	2	
5	Квантовая инженерия. Размерное квантование. Квантовые точки. Изготовление гетероструктур с квантовыми точками. Методы исследования самоорганизованных квантовых точек (СКТ). Лазеры на самоорганизованных квантовых точках. Сверхрешетки. Многослойные наноструктуры.	2	
Раздел 3. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии. Создание интегральных устройств методами литографии.		2	
7	Технология тонких пленок и многослойных структур. Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений. Жидкофазная эпитаксия. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Традиционная фотолитография и ее проблемы. Электронно-лучевая литография. Рентгеновская литография. Литография высокого разрешения. Методы безмасочной технологии.	2	
Раздел 4. Физическая природа сверхпроводимости.		2	
9	Понятие сверхпроводимости. Сверхпроводники первого и второго рода. Теория Бардина – Купера – Шриффера. Эффект Джозефсона. Эффект Мейснера. Высокотемпературная сверхпроводимость (ВТСП). Методы получения ВТСП пленок. Применение ВТСП материалов.	2	
Раздел 5. Микроволны и их природа.		2	
11	Физическая природа микроволн. Микроволновая передача и средства связи. Сверхвысокочастотная терапия. Элементная база микроволновых систем. Полупроводниковые лазеры. Нанолазеры. Светоизлучающие диоды. Оптоволоконные кабели.	2	
Раздел 6. Температурная и радиационная стойкость изделий электронной техники		2	
13	Температурная стойкость и механизмы теплопередачи. Способы теплоотвода. Перспективные жидкие диэлектрики для охлаждения. Криогенная электроника. Влияние радиации на параметры электронных устройств.	2	
Раздел 7. Структуры и приборы экстремальной электроники		4	
15	Структуры «кремний-на-изоляторе» и их преимущества.	2	

	Технологии изготовления структур КНИ. Структуры КНС, их преимущества и перспективы применения.		
17	Карбид кремния – материал для экстремальной электроники. Преимущества и перспективы карбидокремниевой электроники. Возможности углерода в решении задач экстремальной электроники. Структуры и приборы экстремальной электроники	2	
Итого часов		18	

4.2. Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
Раздел 2. Квантовые основы нанотехнологий. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства		16		
2	Исследования морфологии поверхности наноструктурированных объектов нанoeлектроники	4		Тест
4	Знакомство с галереей АСМ-изображений нанобъектов. Обработка снимков АСМ с помощью программного модуля обработки изображений Image Analysis.	4		Тест, отчет
6	Исследование процесса формирования полупроводниковой низкоразмерной среды для создания устройств	4		Тест, отчет
8	Исследование структурных характеристик низкоразмерного кремния.	4		Тест, отчет
Раздел 3. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии. Создание интегральных устройств методами литографии.		12		
10	Исследование технологии создания гетеролазерной структуры методом жидкостной эпитаксии.	4		Тест, отчет
12	Изучение свойств двойной гетероструктуры для создания инжекционного лазера	4		Тест, отчет
14	Исследование электрических и структурных дефектов поверхности полупроводниковых подложек	4		Тест, отчет
Раздел 7. Структуры и приборы экстремальной электроники		8		
16	Способы получения углеродных наноматериалов (УНМ). Модели для визуализации молекул фуллеренов C_n и числа валентных связей	4		Тест, отчет
18	Исследование процесса электрофоретического осаждения наноалмаза на кремниевые подложки для решения задач экстремальной электроники	4		Тест, отчет
Итого часов		36		

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
3 семестр		Экзамен	54
1	Самостоятельное изучение материала.	проверка конспекта, опрос	3
2	Подготовка к лабораторным занятиям	допуск к выполнению, тест	3
3	Самостоятельное изучение материала.	проверка конспекта, опрос	3
4	Подготовка к лабораторным занятиям	допуск к выполнению, тест	3
5	Самостоятельное изучение материала	Тест, опрос	3
6	Подготовка к лабораторным занятиям.	допуск к выполнению, опрос	3
7	Самостоятельное изучение материала.	тест	3
8	Подготовка к лабораторным занятиям.	допуск к выполнению	3
9	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта, опрос	3
10	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к лабораторным занятиям	проверка конспекта, опрос	3
11	Самостоятельное изучение материала.	проверка конспекта, опрос	3
12	Подготовка к лабораторным занятиям. Самостоятельное изучение материала.	допуск к выполнению, проверка конспекта	3
13	Самостоятельное изучение материала.	проверка конспекта	3
14	Подготовка к лабораторным занятиям.	допуск к выполнению, тест	3
15	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта, тест	3
16	Подготовка к лабораторным занятиям	тест, опрос	3
17	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	3
18	Подготовка к лабораторным занятиям	тест, опрос	3

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Лекции: информационные лекции; проблемная лекция; лекция с заранее запланированными ошибками
5.2	лабораторные работы: <ul style="list-style-type: none"> – выполнение лабораторных работ в соответствии с индивидуальным графиком; – кейс-метод. – защита выполненных работ;
5.3	самостоятельная работа студентов: <ul style="list-style-type: none"> – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям, лабораторным работам, – метод дневников, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка реферата, отчетов, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету;
5.4	консультации по всем вопросам учебной программы.

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

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: <ul style="list-style-type: none"> – опрос – тесты – отчет и защита выполненных лабораторных работ.
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает примерные варианты контрольных работ, тестовые задания; вопросы к экзамену.
6.2	Темы письменных работ
6.2.1	Квантовые основы нанотехнологии.
6.2.2	Элементная база микроволновых систем.
6.3	Другие виды контроля
6.3.1	Тесты по темам: Роль поверхности в создании устройств микро- и нанотехнологии. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии и фотолитографии. Квантовые основы нанотехнологии. Микроволны и их природа. Физическая природа сверхпроводимости. Структуры и приборы экстремальной электроники Реферат по тематике, касающейся актуальных проблем электроники и нанотехнологии. Темы рефератов представлены учебно-методическом комплексе дисциплины.

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

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Андриевский Р.А.	Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.	Учеб. пособие, 2011	0,5
7.1.1.2	Старостин В.В.	Материалы и методы нанотехнологии. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.	Учебник, 2011	1
7.1.1.3	Рыжонков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигури Э.Л.	Наноматериалы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011..	Учеб. пособие, 2012	0,5
7.1.1.4	Драгунов В.П., Неизвестный И. Г., Гридчин В. А.	Основы нанотехнологии. Новосибирск: НГТУ, 2000.	Учеб. пособие, 2000	
7.1.1.5	Щука А.А.	Электроника / под ред. А.С.Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005.	Учеб. пособие, 2005.	0,28
7.1.1.6	Ермаков О. Н.	Мир электроники. Прикладная оптоэлектроника.– М.: Техносфера, 2004.	2004. Печат.	1
7.1.2. Дополнительная литература				

7.1.2.1	Андриевский Р.А., Рагуля А.В.	Наноструктурные материалы. М.: Академия, 2005.	Учеб. пособие, 2005	1
7.1.2.2	Евдокимов А.А.	Получение и исследование наноструктур: лабораторный практикум по нанотехнологиям. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.	Учеб. пособие, 2010	0,5
7.1.2.3	Пул-мл. Ч., Оуэнс Ф.	Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2006.	Учеб. пособие, 2006	1
7.1.2.4	Гусев, А.И. Ремпель, А.А.	Нанокристаллические материалы М.: Физматлит, 2002.	Учеб. пособие, 2002	0,1
7.1.3 Методические разработки				
7.1.3.1				
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1	<ul style="list-style-type: none"> - http:// www. superconductors. org/ - http://www.nanometer.ru - http://www.mikrosystems.ru - Системные программные средства: Microsoft Windows XP, Microsoft Vista - Прикладные программные средства: Microsoft Office 2007 Pro, FireFox, Image Analysis 			
7.1.4.2	Мультимедийные лекционные демонстрации:			
	<p>Роль поверхности в создании устройств микро- и наноэлектроники. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии и фотолитографии. Квантовые основы наноинженерии. Микроволны и их природа. Физическая природа сверхпроводимости. Структуры и приборы экстремальной электроники.</p>			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Учебный компьютерный класс, оснащенный компьютерными программами для выполнения расчетов, и рабочими местами для самостоятельной подготовки обучающихся с выходом в Интернет
8.2	Технологическое оборудование
8.3	Контрольно-измерительное оборудование

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой дисциплины
«Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники»**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Вид и годы издания	Обеспеченность
1. Основная литература				
Л1.1	Андриевский Р.А.	Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.	Учеб. пособие, 2011	0,5
Л1.2	Старостин В.В.	Материалы и методы нанотехнологии. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.	Учебник, 2011	1,0
Л1.3	Рыжонков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигури Э.Л.	Наноматериалы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.	Учеб. пособие, 2012	0,5
Л1.4	Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В. А.	Основы нанoeлектроники. Новосибирск : НГТУ, 2000.	Учеб. пособие, 2000	1,0
Л1.5	Щука А.А.	Электроника / под ред. А.С.Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005.	2005. Печат.	0,28
Л1.6	Ермаков О. Н.	Мир электроники. Прикладная оптоэлектроника.– М.: Техносфера.– 2004.– 372 с.	2004. Печат.	1,0
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Андриевский Р.А., Рагуля А.В.	Наноструктурные материалы. М.: Академия, 2005. 192 с.	Учеб. пособие, 2005	1,0
Л2.2	Евдокимов А.А.	Получение и исследование наноструктур: лабораторный практикум по нанотехнологиям. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.	Учеб. пособие, 2010	0,5
Л2.3	Пул-мл. Ч., Оуэнс Ф.	Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2006. 336 с.	Учеб. пособие, 2006	1,0
Л2.4	Гусев, А.И. Ремпель, А.А.	Нанокристаллические материалы М.: Физматлит, 2002.	Учеб. пособие, 2002	0,1

Зав. кафедрой ППЭНЭ

С.И. Рембеза

Директор НТБ

Т.И. Буковшина

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель ученого совета ФРТЭ

_____ В.А. Небольсин

« ____ » _____ 20 г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД
«Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники»

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

Изменения (дополнения) в УМКД обсуждены на заседании кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

Протокол № _____ от « ____ » _____ 20 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ

С.И. Рембеза

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией ФРТЭ

Председатель методической комиссии ФРТЭ

А.Г. Москаленко

«Согласовано»

С.И. Рембеза

Лист регистрации изменений

Порядковый номер изменения	Раздел, пункт	Вид изменения (заменить, аннулировать, добавить)	Номер и дата приказа об изменении	Фамилия и инициалы, подпись лица, внесшего изменение	Дата внесения изменения