

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)

_____ 2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.5 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, магистерская программа:

«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., кандидат технических наук**

(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии **ФРТЭ**

(наименование факультета)

Протокол № _____ от «_____» _____ 2017 г.

Председатель методической комиссии Коровин Е.Н.
(Ф.И.О)

Воронеж 2017 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)

_____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.Б.5 Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой полупроводниковой электроники и наноэлектроники

Направление подготовки (специальности): 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»
 (код, наименование)

Профиль подготовки, магистерская программа:

«Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике»

(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Часов по УП: 180; Часов по РПД: 180;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 144; Часов по РПД: 144;

Часов на самостоятельную работу по УП: 108;

Часов на самостоятельную работу по РПД: 108;

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 5;

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					18	18												18	18
Практические																			
Ауд. занятия																			
Сам. работа					108	108												108	108
Итого					144	144												144	144

Сведения о ФГОС ВО, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» квалификация «магистр». Утвержден Приказом Министерства образования и науки 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 специалистов по направлению 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистерская программа «Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники

протокол № _____ от _____ 2017 г.

Заведующий 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 ВПО

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.4	Моделирование физических процессов в микро- и нанoeлектронике
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

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОК-3	готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности
ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения
ОПК-2	способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры
ПК-1	готовность 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	-	-	14		16
2	Квантовые основы наноинженерии. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства	3	2, 3, 5	4	-	4	18		26
3	Технологические возможности перспективных видов эпитаксии. Создание интегральных устройств методами литографии.	3	6, 7, 10, 14	2	-	14	14		30
4	Физическая природа сверхпроводимости.	3	9	2	-	-	14		16
5	Микроволны и их природа.	3	11	2	-	-	14		16
6	Температурная и радиационная стойкость изделий электронной техники	3	13	2	-	-	14		16
7	Структуры и приборы экстремальной электроники	3	15, 17	4	-	-	20		24
8	Подготовка к экзамену							36	36
Итого				18		18	108	36	180

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
3 семестр		18	8
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 нанотехнологий. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства		4	2
3	Микрокластеры и их энергетическое состояние. Методы получения и применения структур с атомными кластерами. Напряженные полупроводниковые структуры, их свойства и применение.	2	1
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	1
Раздел 3. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии. Создание интегральных устройств методами литографии.		2	1
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	1
Раздел 4. Физическая природа сверхпроводимости.		2	1
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	1
Раздел 5. Микроволны и их природа.		2	1
11	Физическая природа микроволн. Микроволновая передача и средства связи. Сверхвысокочастотная терапия. Элементная база микроволновых систем. Полупроводниковые лазеры. Нанолазеры. Светоизлучающие диоды. Оптоволоконные кабели.	2	1
Раздел 6. Температурная и радиационная стойкость изделий электронной техники		2	1
13	Температурная стойкость и механизмы теплопередачи. Способы теплоотвода. Перспективные жидкие диэлектрики для охлаждения. Криогенная электроника. Влияние радиации на параметры электронных устройств.	2	1

Раздел 7. Структуры и приборы экстремальной электроники		4	2
15	Структуры «кремний-на-изоляторе» и их преимущества. Технологии изготовления структур КНИ. Структуры КНС, их преимущества и перспективы применения.	2	1
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	1
Итого часов		18	8

4.2. Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	Виды контроля
3 семестр		18	
Раздел 2. Квантовые основы нанотехнологий. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства		4	
2	Исследование фотоприемников на основе наногетероструктур	4	Тест, отчет
Раздел 3. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии. Создание интегральных устройств методами литографии.		14	
6	Термовакuumное напыление металлов	4	Тест, отчет
10	Исследование технологии создания гетеролазерной структуры методом жидкостной эпитаксии	4	Тест, отчет
14	Исследование технологии создания эпитаксиальных слоев методом газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений	6	Тест, отчет
Итого часов		18	

4.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
3 семестр		Экзамен	108
1	Самостоятельное изучение материала.	проверка конспекта, опрос	6
2	Подготовка к лабораторным занятиям	допуск к выполнению, тест	6
3	Самостоятельное изучение материала.	проверка конспекта, опрос	6
4	Подготовка к лабораторным занятиям	допуск к выполнению, тест	6
5	Самостоятельное изучение материала	Тест, опрос	6
6	Подготовка к лабораторным занятиям.	допуск к выполнению, опрос	6
7	Самостоятельное изучение материала.	тест	6
8	Подготовка к лабораторным занятиям.	допуск к выполнению	6
9	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта, опрос	6
10	Самостоятельное изучение материала.	проверка конспекта, опрос	6

	Подготовка к лабораторным занятиям		
11	Самостоятельное изучение материала.	проверка конспекта, опрос	6
12	Подготовка к лабораторным занятиям. Самостоятельное изучение материала.	допуск к выполнению, проверка конспекта	6
13	Самостоятельное изучение материала.	проверка конспекта	6
14	Подготовка к лабораторным занятиям.	допуск к выполнению, тест	6
15	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта, тест	6
16	Подготовка к лабораторным занятиям	тест, опрос	6
17	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	6
18	Подготовка к лабораторным занятиям	тест, опрос	6

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
3 семестр	
6.2.1	Квантовые основы нанотехнологий.
6.2.2	Элементарная база микроволновых систем.

6.3	Другие виды контроля
6.3.1	Тесты по темам: 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 нанотехнологии. Микроволны и их природа. Физическая природа сверхпроводимости. Структуры и приборы экстремальной электроники

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

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченно сть
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 наноэлектроники. Новосибирск: НГТУ, 2000.	Учеб. пособие, 2000	1
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	Свистова Т.В.	Актуальные проблемы современной	Учеб.	1,0

		электроники и нанoeлектроники: лабораторный практикум (учебное пособие) [Электронный ресурс] (2,5 Мб). - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. – 125 с.	пособие, 2017	
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	Компьютерные практические работы: -			
7.1.4.3	Мультимедийные видеофрагменты: -			
7.1.4.4	Мультимедийные лекционные демонстрации: Роль поверхности в создании устройств микро- и нанoeлектроники. 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.			

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

9. СТРУКТУРА И СОСТАВ ФОНДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники»

Фонды оценочных средств по дисциплине представляют собой перечень вопросов для рейтинговых и контрольных мероприятий.

1. Роль поверхности в создании устройств микро- и нанoeлектроники.
2. Поверхность и её свойства. Поверхностный потенциал. Уровни Тамма.
3. Поверхностные состояния. Быстрые и медленные поверхностные состояния.
4. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства.
5. Микрoкластеры и их энергетическое состояние.
6. Методы получения и применения структур с атомными кластерами.
7. Межфазные границы и их свойства.
8. Возможность формирования структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки.
9. Напряженные полупроводниковые структуры, их свойства и применение.
10. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии.
11. Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок.
12. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений.
13. Технология тонких пленок и многослойных структур.
14. Жидкофазная эпитаксия.
15. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
16. Создание интегральных устройств методами литографии.
17. Традиционная фотолитография и ее проблемы.
18. Электронно-лучевая литография.
19. Рентгеновская литография.
20. Литография высокого разрешения.
21. Методы безмасочной технологии.
22. Электронный и ионный луч как инструмент современной технологии.
23. Эффект размерного квантования.
24. Квантовое ограничение.
25. Интерференционные эффекты.
26. Туннелирование.
27. Устройства на основе квантовых эффектов.
28. Низкоразмерные кремниевые среды
29. Формирование низкоразмерного кремния.
30. Структурные модификации пористого кремния.
31. Квантовые точки. Изготовление гетероструктур с квантовыми точками.
32. Методы исследования самоорганизованных квантовых точек (СКТ). Лазеры на самоорганизованных квантовых точках.
33. Сверхрешетки.
34. Многослойные наноструктуры. Поверхностные наноструктуры.
35. Углеродные нанотрубки.
36. Сверхпроводимость. Физическая природа сверхпроводимости.
37. Сверхпроводники первого и второго рода.
38. Теория Бардина – Купера – Шриффера.

39. Эффект Джозефсона.
40. Эффект Мейснера.
41. Высокотемпературная сверхпроводимость (ВТСП).
42. Методы получения ВТСП пленок.
43. Применение ВТСП материалов.
44. Микроволны и их природа.
45. Микроволновая передача и средства связи.
46. Элементная база микроволновых систем. Полупроводниковые лазеры. Нанолазеры. Светоизлучающие диоды. Оптоволоконные кабели.
47. Температурная и радиационная стойкость изделий электронной техники.
48. Температурная стойкость и механизмы теплопередачи.
49. Способы теплоотвода.
50. Перспективные жидкие диэлектрики для охлаждения.
51. Криогенная электроника.
52. Влияние радиации на параметры электронных устройств.
53. Структуры «кремний-на-изоляторе» и их преимущества.
54. Технологии изготовления структур КНИ.
55. Структуры КНС, их преимущества и перспективы применения.
56. Карбид кремния – материал для экстремальной электроники.
57. Возможности углерода в решении задач экстремальной электроники.
58. Структуры и приборы экстремальной электроники

Образцы экзаменационного билета

Билет

1. Поверхность и её свойства. Поверхностный потенциал. Уровни Тамма.
2. Литография высокого разрешения.
3. Структуры КНС, их преимущества и перспективы применения.

Билет

1. Методы получения и применения структур с атомными кластерами.
2. Эффект Джозефсона.
3. Карбид кремния – материал для экстремальной электроники.

Билет

1. Углеродные нанотрубки.
2. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии.
3. Температурная и радиационная стойкость изделий электронной техники.

«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

Е.Н. Коровин

«Согласовано»

С.И. Рембеза

**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
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
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
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Андриевский Р.А., Рагуля А.В.	Наноструктурные материалы. М.: Академия, 2005. 192 с.	Учеб. пособие, 2005	1
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
Л2.4	Гусев, А.И. Ремпель, А.А.	Нанокристаллические материалы М.: Физматлит, 2002.	Учеб. пособие, 2002	0,1
3. Методические разработки				
Л3.1	Свистова Т.В.	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники: лабораторный практикум (учебное пособие) [Электронный ресурс] (2,5 Мб). - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. – 125 с.	Учеб. пособие, 2017	1,0

Зав. кафедрой ППЭНЭ

С.И. Рембеза

Директор НТБ

Т.И. Буковшина

Лист регистрации изменений

Порядков ый 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