

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)  
\_\_\_\_\_ 2014 г.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

**Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах**  
(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки (специальности):

**11.06.01. Электроника, радиотехника и системы связи**  
(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация): **05.27.01 Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах**

(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения **очная** Срок обучения **нормативный**

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

УМКД разработал: **Рембеза С.И., д.ф.-м.н.**  
(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

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

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.

Председатель методической комиссии \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О)

Воронеж 2014 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)  
 2014 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах**

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

**Закреплена за кафедрой:** полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

**Направление подготовки (специальности):**

11.06.01. Электроника, радиотехника и системы связи

(код, наименование)

**Профиль:** 05.27.01 Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах

(название профиля по УП)

**Часов по УП: 72; Часов по РПД: 72;**

**Часов по УП (без учета часов на экзамены): 72; Часов по РПД: 72;**

**Часов на самостоятельную работу по УП: 54 (75%);**

**Часов на самостоятельную работу по РПД: 54 (75%)**

**Общая трудоемкость в ЗЕТ: 2;**

**Виды контроля в семестрах (на курсах):** Экзамены - 0; Зачеты - 2; Курсовые проекты - 0;

Курсовые работы - 0.

**Форма обучения:** очная;

**Срок обучения:** нормативный.

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Вид занятий	№ курса									
	1		2		3		4		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции			36	36					36	36
Лабораторные			-	-					-	-
Практические			36	36					36	36
<b>Ауд. занятия</b>			72	72					72	72
<b>Сам. работа</b>			72	72					72	72
<b>Итого</b>			144	144					144	144

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины по направлению подготовки 11.06.01. Электроника, радиотехника и системы связи утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 30 июля 2014 г. N 876

Программу составил: \_\_\_\_\_ д.ф.-м.н., Рембеза С.И.  
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент (ы): \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки аспирантов **05.27.01 Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах**

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2014 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ \_\_\_\_\_ С.И. Рембеза

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины - формирование у аспирантов научных основ для осознанного и целенаправленного использования физических свойств полупроводников при создании элементов, приборов и устройств микро и наноэлектроники.
1.2	<b>Для достижения цели ставятся задачи:</b>
1.2.1	расширение научного кругозора и эрудиции аспирантов на базе изучения фундаментальных закономерностей физики полупроводников и освоение способов практического использования свойств полупроводниковых материалов;
1.2.2	развитие понимания связи физических свойств полупроводников с параметрами изделий микроэлектроники, использующих различные полупроводниковые материалы;
1.2.3	практическое овладение навыками физического эксперимента и основными методиками по изучению свойств полупроводников и приборную структуру на их основе;
1.2.4	создание основы для изучения вопросов физики полупроводниковых приборов, включая элементы и приборы твердотельной электроники и технологии микро- и наноэлектроники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) ООП: Б1.В	код дисциплины в УП: Б1.В.ОД.1
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
Для успешного освоения дисциплины аспирант должен иметь базовую подготовку по Б1.Б.5 «Математика», Б1.Б.6 «Физика», Б1.Б.7 «Химия», Б1.В.ДВ.3.1 «Квантовая механика и статистическая физика в микроэлектронике»	
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b>	
Б1.В.ДВ.1.1	Перспективные технологические процессы и оборудование для сборки изделий микроэлектроники
Б1.В.ДВ.2.1	Радиоспектроскопия

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач

УК-4	готовность современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках
УК-5	способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности
УК-6	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
ОПК-1	владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-2	владение культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
ОПК-3	способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности
ОПК-4	готовность организовывать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности
ОПК-5	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основы зонной теории полупроводников (УК-1);
3.1.2	механизм электропроводности и решения уравнений непрерывности (ОПК-1);
3.1.3	физические свойства p-n переходов и гетероструктур (ОПК-1, ОПК-2);
3.1.4	оптические и фотоэлектрические свойства полупроводников (ОПК-1, ОПК-3);
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	решать задачи, связанные со статистикой электронов в полупроводниках (ОПК-1);
3.2.2	рассчитывать положения уровня Ферми и величину электропроводности полупроводников (ОПК-1, ОПК-2);
3.2.3	решать уравнения Пуассона при разных начальных и граничных условиях (ОПК-1, ОПК-2);
3.2.4	определять параметры полупроводников из их оптических спектров (ОПК-1, ОПК-2);
3.2.5	рассчитывать ВАХ p-n переходов и гетероструктур (ОПК-1, ОПК-2);
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методами расчетов параметров полупроводников с использованием стандартных и адаптированных программ (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3);
3.3.2	методами выбора полупроводниковых материалов для изготовления полупроводниковых приборов различного назначения (ОПК-3).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Курс	Недели семестра	Лекции	Практические занятия	СРС	Всего часов
1.	Зонная структура твердых тел		1	4	4	8	16
2.	Статистика электронов в полупроводниках		2	4	4	8	16
3.	Электропроводность в полупроводниках. Уравнение электронейтральности		3	4	4	8	16
4.	Уравнение непрерывности. Уравнение Пуассона.		4	4	4	8	16
5.	Электронно-дырочный переход, и его ВАХ		5	4	4	8	16
6.	Биполярные транзисторы		6	4	4	8	16
7.	Структура Металл-Диэлектрик-Полупроводник и приборы на ее основе		7-8	4	4	8	16
8.	Гетероструктуры и приборы на ее основе		9-10	4	4	8	16
9.	Фотоэлектрические и оптические явления в полупроводниках		11-12	4	4	8	16
<b>Итого часов</b>				<b>36</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>144</b>

##### 4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов
<b>1. Зонная структура твердых тел</b>		<b>4</b>
1	Природа химической связи и структуры кристаллов. Дефекты в кристаллах. Свойства основных материалов микроэлектроники и твердотельной электроники.	2
2	Уравнение Шредингера для кристалла. Приближение метода решения уравнения Шредингера. Приближение сильной и слабой связи.	2
<b>2. Статистика электронов в полупроводниках</b>		<b>4</b>
3	Функции распределения Ферми-Дирака. Концентрация электронов в зоне проводимости. Физический смысл энергии Ферми.	2
4	Влияние положения уровня на статистику электронов в полупроводнике. Концентрация электронов на примесных уровнях.	2
<b>3. Электропроводность в полупроводниках. Уравнение электронейтральности</b>		<b>4</b>
5	Механизмы рассеивания носителей зарядов. Подвижность электронов и дырок. Явление в сильных электрических полях.	2

	Эффект Ганна.	
6	Уравнение электронейтральности и частные случаи его решения. Температурная зависимость энергии Ферми.	2
<b>4.Уравнение непрерывности. Уравнение Пуассона</b>		<b>4</b>
7	Диффузия и дрейф носителей заряда. Уравнение непрерывности. Соотношение Эйнштейна.	2
	Уравнение Пуассона и частные случаи его решения.	2
<b>5.Электронно-дырочный переход, и его ВАХ.</b>		<b>4</b>
8	Зонная структура p-n перехода. Квазиуровни Ферми. Инжекция и экстракция носителей зарядов. Вольт-амперные характеристика p-n перехода. Частотные и импульсные свойства. Пробой p-n перехода.	4
<b>6.Биполярные транзисторы</b>		<b>4</b>
9	Зонная диаграмма биполярного транзистора. Схемы включения . коэффициент усиления транзистора. Статические и динамические характеристики транзисторов.	4
<b>7.Структура Металл-Диэлектрик-Полупроводники приборы на ее основе</b>		<b>4</b>
10	Зонная диаграмма структур. Вольт-фарадные характеристики структуры и их физические схемы. Сверхрешетки и приборы на их основе.	4
<b>8.Гетероструктуры и приборы на ее основе</b>		<b>4</b>
11	Зонная диаграмма изотипных и анизотипных гетероструктур. Выбор материалов для гетеропереходов. Сверхрешетки и приборы на их основе.	4
<b>9.Фотоэлектрические и оптические явления в полупроводниках</b>		<b>4</b>
12	Механизмы поглощения света в полупроводниках. Фотопроводимость. Время жизни неравновесных носителей. Фотолюминесценция. Фотогальванический эффект в p-n переходах	4

## 4.2 Практика

Неделя семестра	Тема и содержание практических занятий	Объем часов
<b>1.Зонная структура твердых тел</b>		<b>4</b>
1	Построение первых трех зон Бриллюэна для плоских решеток с разными значениями $a$ и $b$ ( $a=b$ , $a=2b$ и т.п.) Построение зон Бриллюэна для трехмерных решеток (ГЦК, ОЦК, ГПУ и др.).	
<b>2.Статистика электронов в полупроводниках</b>		<b>4</b>
2	Расчеты температурной зависимости концентрации свободных носителей для Ge, Si, GaAs. Расчеты собственной температуры $T_i$ в зависимости от степени легирования Ge, Si, GaAs	
<b>3.Электропроводность в полупроводниках. Уравнение электронейтральности</b>		<b>4</b>
	Эффективное сечение рассеивания на разных типах	

3	дефектов. Критерии сильных и слабых электрических полей. Механизмы изменения плотности тока от напряженности электрического поля. Эффект Ганна и его применения.	
<b>4.Уравнение непрерывности. Уравнение Пуассона</b>		<b>4</b>
4	Уравнение непрерывности в приборных структурах. Ионная и электронная диффузия и дрейф. Уравнения Пуассона для разных структур.	
<b>5.Электронно-дырочный переход, и его ВАХ</b>		<b>4</b>
5	Влияние степени легирования р-п перехода на его зонную структуру. Параметры Вольт-амперных характеристик р-п перехода. Природа прямых и обратных токов.	
<b>6.Биполярные транзисторы</b>		<b>4</b>
6	Практическое применение разных схем включенного транзистора. Частотная зависимость характеристик транзисторов.	
<b>7.Структура Металл-Диэлектрик-Полупроводник и приборы на ее основе</b>		<b>4</b>
7	Определение параметров МДП-структуры из её Вольт-фарадных характеристик.	
8	Достоинства и недостатки полевых транзисторов по сравнению с биполярными транзисторами.	
<b>8.Гетероструктуры и приборы на ее основе</b>		<b>4</b>
9	Методы изготовления гетероструктур.	
10	Устройство полупроводникового лазера.	
<b>9.Фотоэлектрические и оптические явления в полупроводниках</b>		<b>4</b>
11	Практическое применение явление фотопроводимости.	
12	Устройство и параметры солнечных элементов.	

#### 4.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Виды контроля	Объем часов
<b>1.Зонная структура твердых тел</b>			<b>6</b>
1	Принципы построения уравнения Шредингера	Отчет	2
2	Теория возмущений в квантовой механике	Отчет	2
3	Анизотропия эффективной массы электрона в кристалле	Отчет	2
<b>2.Статистика электронов в полупроводниках</b>			<b>12</b>
4	Статистическое описание поведения электронов	Отчет	2
5	Эффективная масса плотности состояний	Отчет	2
6	Статистика электронов на примесных уровнях. Физический смысл статистического уравнения	Отчет	4



7	Уравнения электронейтральности для разных случаев легирования. Определение энергетического спектра электронов из зависимости их концентрации от температуры	Отчет	4
<b>3. Электропроводность в полупроводниках. Уравнение электронейтральности</b>			<b>8</b>
8	Влияние природы адсорбированных молекул на характер искривленных зон. Зависимость дебаевской длины экранирования от концентрации носителей заряда	Отчет	4
9	Определение параметров полупроводников из вида вольт-емкостных характеристик	Отчет	2
<b>4. Контактные явления в полупроводниках</b>			<b>10</b>
10	Истинная и термодинамическая работа выхода в полупроводниках разных типов проводимостей	Отчет	2
11	Требования к металлам для барьеров Шоттки. Зависимость ВАХ барьера Шоттки от температуры.	Отчет	4
12	Зависимость ВАХ p-n перехода от температуры. Изотипные и анизотипные гетеропереходы	Отчет	4
<b>Итого</b>			<b>36</b>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	<b>В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:</b>
5.1	<b>Лекции:</b> использование демонстраций опытов и экспериментов, активное применение мультимедийных средств, видеофрагментов, электронных презентаций, лекции – визуализации (ИФ), проблемные лекции (УФ)
5.2	<b>Практические работы:</b>
5.3	<b>Самостоятельная работа аспирантов:</b> усвоение материала, подготовка к практическим занятиям, выполнение индивидуальных расчетных заданий, работу с учебниками, иной учебной и учебно-методической литературой, подготовку к текущему контролю успеваемости. Контроль самостоятельной работы аспирантов осуществляется регулярно путем опросов, проверки выполнения домашних заданий, проведения физических диктантов, тестирования по отдельным темам дисциплины, коллоквиумов.
5.4	<b>консультации</b> по всем вопросам, учебной программы, НИРС, написания тезисов, статей, докладов на конференции, рефератов.

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

6.1	Контрольные вопросы по общему курсу дисциплины для итоговой проверки
6.2	Контрольные задания для выполнения самостоятельных работ
6.3	Сборник задач и вопросов для самопроверки для проведения итоговой аттестации

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

7.1 Рекомендуемая литература				
№ пп	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
<b>7.1.1 Основная литература</b>				
1	Рембеза С.И.	Физика твердого тела: Учеб.пособие. Ч.1/С.И.Рембеза. – Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет»	2007, печат.	1,52
2	Рембеза С.И.	Физика твердого тела: Учеб.пособие. Ч.2/С.И.Рембеза. – Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет»	2007, печат.	1,52
3	Павлов П.В., Хохлов А.Ф.	Физика твердого тела: Учебное пособие / П.В. Павлов, А. Ф.Хохлов. – 3-е изд., стереотип. – М.: Высш. шк.	2000, печат.	0,26
4	Шалимова К.В.	Физика полупроводников, Учеб. изд-е / К.В. Шалимова. – Санкт-Петербург. «Лань».	2014	
<b>7.1.2 Дополнительная литература</b>				
1	Шретер Ю.Г., Ребане Ю.Т., Зыков В.А., Сидоров В.Г.	Широкозонные полупроводники: Учеб. пособие / Ю.Г. Шретер [и др.]. – СПб.: Наука	2001	0,24
2	Под ред. К.А. Джексона, В. Шретера	Энциклопедия технологии полупроводниковых материалов : Пер. с англ. Э.П. Домашевский. Т.1: Электронная структура и свойства полупроводников / Под ред. К.А. Джексона, В. Шретера – Воронеж : Изд-во «Водолей»	2004	0,86
<b>7.1.3 Методические разработки</b>				
1	Новокрещенова	Методические указания к	2010	1,05

	Е.П.	выполнению лабораторных работ № 1-3 по дисциплине «Физика твердого тела» для аспирантов специальности 210104 «Микроэлектроника и твердотельная электроника» очной формы обучения / Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», (рег. номер 477-2010)		
2	Новокрещенова Е.П.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 4-7 по дисциплине «Физика твердого тела» для аспирантов специальности 210104 «Микроэлектроника и твердотельная электроника» очной формы обучения / Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», (рег. номер 478-2010)	2010	1
3	Новокрещенова Е.П.	Методические указания к выполнению практических заданий по дисциплине «Физика конденсированного состояния» для аспирантов направления 210100.62 «Электроника и наноэлектроника» (профиля «Микроэлектроника и твердотельная электроника») очной формы обучения. Ч.1 / Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», (рег. номер 229-2012)	2012	
4	Новокрещенова Е.П.	Методические указания к выполнению практических заданий по дисциплине «Физика конденсированного состояния» для аспирантов направления 210100.62 «Электроника и наноэлектроника» (профиля «Микроэлектроника и твердотельная электроника») очной формы обучения. Ч.2 / Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный	2012	1

		технический университет», (рег. номер 230-2012)		
<b>7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы</b>				

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>8.1</b>	<b>Учебные лаборатории:</b> физика твердого тела
<b>8.2</b>	<b>Дисплейный класс,</b> оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума
<b>8.3</b>	<b>Специализированная лекционная аудитория,</b> оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой

## Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания.	Обеспеченность
<b>1. Основная литература</b>				
1	Рембеза С.И.	Физика твердого тела: Учеб.пособие. Ч.1/С.И.Рембеза. – Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет»	2007, печат.	1,52
2	Рембеза С.И.	Физика твердого тела: Учеб.пособие. Ч.2/С.И.Рембеза. – Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет»	2007, печат.	1,52
3	Павлов П.В., Хохлов А.Ф.	Физика твердого тела: Учебное пособие / П.В. Павлов, А. Ф.Хохлов. – 3-е изд., стереотип. – М.: Высш. шк.	2000, печат.	0,26
4	Шалимова К.В.	Физика полупроводников, Учеб. изд-е / К.В. Шалимова. – Санкт-Петербург. «Лань».	2014	
<b>2. Дополнительная литература</b>				
1	Шретер Ю.Г., Ребане Ю.Т., Зыков В.А., Сидоров В.Г.	Широкозонные полупроводники: Учеб. пособие / Ю.Г. Шретер [и др.]. – СПб.: Наука	2001	0,24
2	Под ред. К.А. Джексона, В. Шретера	Энциклопедия технологии полупроводниковых материалов : Пер. с англ. Э.П. Домашевский. Т.1: Электронная структура и свойства полупроводников / Под ред. К.А. Джексона, В. Шретера – Воронеж : Изд-во «Водолей»	2004	0,86
<b>3. Методические разработки</b>				
1	Новокрещенова Е.П.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-3 по дисциплине «Физика твердого тела» для аспирантов специальности 210104 «Микроэлектроника и твердотельная электроника» очной формы обучения / Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», (рег. номер 477-2010)	2010	1,05
2	Новокрещенова Е.П.	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 4-7 по дисциплине «Физика твердого тела» для аспирантов специальности 210104 «Микроэлектроника и твердотельная электроника» очной формы обучения / Воронеж: ГОУВПО	2010	1

		«Воронежский государственный технический университет», (рег. номер 478-2010)		
3	Новокрещенова Е.П.	Методические указания к выполнению практических заданий по дисциплине «Физика конденсированного состояния» для аспирантов направления 210100.62 «Электроника и наноэлектроника» (профиля «Микроэлектроника и твердотельная электроника») очной формы обучения. Ч.1 / Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», (рег. номер 229-2012)	2012	
4	Новокрещенова Е.П.	Методические указания к выполнению практических заданий по дисциплине «Физика конденсированного состояния» для аспирантов направления 210100.62 «Электроника и наноэлектроника» (профиля «Микроэлектроника и твердотельная электроника») очной формы обучения. Ч.2 / Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», (рег. номер 230-2012)	2012	1

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Директор НТБ \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /