

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

### Оптоэлектронные микро- и наноструктуры

(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

### Оптоэлектронные микро- и наноструктуры

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

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

**Направление подготовки (специальности):** 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

(код, наименование)

**Профиль:** “Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике”

(название профиля по УП)

**Часов по УП: 108; Часов по РПД: 108;**

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

**Часов на самостоятельную работу по УП: 36;**

**Часов на самостоятельную работу по РПД: 36;**

**Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3;**

**Виды контроля в семестрах (на курсах):** Экзамены - 1; 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	-	-																-	-
Лабораторные	18	18																18	18
Практические	18	18																18	18
Ауд. занятия	36	36																36	36
Сам. работа	36	36																36	36
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>72</b>																<b>72</b>	<b>72</b>

**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

<b>1.1</b>	<b>Цель освоения дисциплины</b>
1.1.1	состоит в формировании знаний физических и топологических основ оптоэлектронных микро- и наноструктур на основе элементарных и сложных полупроводников.
<b>1.2</b>	<b>Для достижения цели ставятся задачи:</b>
1.2.1	усвоение физических принципов и топологических основ оптоэлектронных микро- и наноструктур;
1.2.2	формирование у студентов на этой основе современных представлений о физике и технике сложных полупроводниковых материалов и структур;
1.2.3	ознакомление студентов с видами перспективных оптоэлектронных материалов; изложение основных представлений о структуре и свойствах двойных, тройных и четверных полупроводниковых твердых растворов;
1.2.4	изложение основных представлений о структуре и свойствах двойных, тройных и четверных полупроводниковых твердых растворов;
1.2.5	описание оптических свойств твердых тел и неравновесных явлений в них;
1.2.6	изложение особенностей влияния эффекта беспорядка на оптические свойства твердых тел, описание квантово-размерных эффектов;
1.2.7	знакомство с топологией оптоэлектронных микро и наноструктур.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1.	код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.7.1
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b> Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» профиль «Микроэлектроника и твердотельная электроника»	
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b>	
Б1.Б.5	Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники
Б1.В.ОД.6	Моделирование физических процессов в микро- и наноэлектронике
Б1.В.ДВ.4.1	Перспективные технологические процессы для производства больших интегральных схем, микро- и наносистем

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

ОПК-2	способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры
ОПК-4	способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области
ПК-3	готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени
ПКВ-1	способность к восприятию, разработке и критической оценке новых способов проектирования твердотельных приборов и устройств

## В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	современные представления об основных структурных свойствах сложных полупроводниковых материалов и структурных и топологических особенностях микро- и наноструктур на их основе (ОПК-4);
3.1.2	физические принципы современных светоизлучающих и фотоприемных приборов и структур (ОПК-4);
3.1.3	перспективные типы оптоэлектронных микро- и наноструктур (ОПК-2);
<b>3.2</b>	<b>Уметь</b>
3.2.1	использовать в практической деятельности фундаментальные физические закономерности, определяющие структуру и свойства микро- и наноструктур на основе сложных полупроводников (ПКВ-1);
3.2.2	практически использовать светоизлучающие и фотоприемные структуры (ПКВ-1);
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методами расчета и измерения основных физических параметров сложных полупроводниковых материалов (ПК-3);
3.3.2.	навыками анализа экспериментальных результатов фотоэлектрических характеристик полупроводниковых материалов а также микро- и наноструктур (ПК-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	Перспективные оптоэлектронные материалы и структуры.	1	2 - 4	-	4	4	8		16
2	Интегральная оптоэлектроника	1	6	-	2		4		6
3	Оптоэлектронные датчики. Оптоэлектронные системы.	1	8	-	2		4		6
4	Оптически чувствительные и светоизлучающие микроэлектронные структуры.	1	10 - 12	-	4	8	8		20
5	Оптоэлектронные наноструктуры, их особенности и перспективы применения.	1	14 - 18	-	6	6	12		24
	Подготовка к экзамену							36	36
<b>Итого</b>				<b>-</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>108</b>

### 4.1 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
<b>Раздел 1. Перспективные оптоэлектронные материалы и структуры</b>		<b>4</b>	
2	Тенденции развития оптоэлектроники. Локальные, структурные и композиционные эффекты в оптоэлектронных средах. Полу-	2	

	проводниковые твердые растворы. Люминесцентные структуры на основе органических материалов.		
4	Структуры на основе кремния и углерода (кремний на сапфире, кремний на изоляторе, $A^2B^6 / SiO_2 / Si$ , квантово-размерные структуры на основе кремния, на основе аморфного кремния $\alpha$ -Si:H, алмазы, фуллерены, углеродные нанотрубки	2	
<b>Раздел 2. Интегральная оптоэлектроника</b>		<b>2</b>	
6	Гибридные оптоэлектронные ИС. Монолитные многоэлементные приборы. Интегральные микролазеры. Интегральные фотоприемники. Оптоэлектронный микропроцессор. Микрооптика для оптических межсоединений.	2	
<b>Раздел 3. Оптоэлектронные датчики. Оптоэлектронные системы</b>		<b>2</b>	
8	Датчики физических величин. Прецизионные оптоэлектронные сенсорные системы. Проблемы разработки оптоэлектронных датчиков. Оптоэлектронные системы записи, хранения и воспроизведения информации.	2	
<b>Раздел 4. Оптически чувствительные и светоизлучающие микроэлектронные структуры</b>		<b>4</b>	
10	Полупроводниковые фотоприемные приборы. Фотодиоды на основе <i>p-n</i> -перехода. Фотодиоды с <i>p-i-n</i> -структурой. Фотодиоды Шоттки. Фотодиоды с гетероструктурой. Лавинные фотодиоды. Фототранзисторы. Фототиристоры. Фоторезисторы. ПЗС-приемные фотоприборы Фотодиодные СБИС на основе МОП-транзисторов. Пиротехнические фотоприемники. Солнечные элементы и фотодетекторы, основанные на эффекте широкозонного окна.	2	
12	Полупроводниковые приборы на основе классических гетероструктур. Низкопороговые полупроводниковые лазеры, работающие в непрерывном режиме при комнатной температуре, лазеры с распределенной обратной связью и с распределенными брэгговскими зеркалами, поверхностно-излучающие лазеры, инфракрасные лазеры на гетероструктурах II-го рода. Высокоэффективные светоизлучающие диоды.	2	
<b>Раздел 5. Оптоэлектронные наноструктуры, их особенности и перспективы применения</b>		<b>6</b>	
14	Оптоэлектронные устройства на основе наноструктур. Квантовые ямы, проволоки и точки. Напряженные слои. Сверхрешетки.	2	
16	Лазеры на полупроводниковых квантовых ямах. Поверхностные лазеры с вертикальным резонатором (VCSEL). Лазеры на напряженных структурах с квантовыми ямами. Лазеры на квантовых точках.	2	
18	Фотодетекторы на квантовых ямах и сверхрешетках. Модуляторы на квантовых ямах	2	
<b>Итого часов</b>		<b>18</b>	

## 4.2. Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
<b>Раздел 1. Перспективные оптоэлектронные материалы и структуры</b>		<b>4</b>		
2	Исследование параметров резкого анизотипного гетероперехода	4		Тест, отчет
<b>Раздел 4. Оптически чувствительные и светоизлучающие микроэлектронные структуры</b>		<b>8</b>		
4	Исследование характеристик солнечных фотопреобразователей	4		Тест, отчет
6	Исследование характеристик светоизлучающих диодов	4		Тест, отчет
<b>Раздел 5. Оптоэлектронные наноструктуры, их особенности и перспективы применения</b>		<b>6</b>		
8	Исследование характеристик и параметров полупроводникового лазера	6		Тест, отчет
<b>Итого часов</b>		<b>18</b>		

## 4.3 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
<b>1 семестр</b>		<b>Экзамен</b>	<b>36</b>
1	Самостоятельное изучение материала.	проверка конспекта, опрос	2
2	Подготовка к лабораторным занятиям	допуск к выполнению, тест	2
3	Самостоятельное изучение материала.	проверка конспекта, опрос, решение задач	2
4	Подготовка к лабораторным занятиям	допуск к выполнению, тест	2
5	Самостоятельное изучение материала	тест, опрос, решение задач	2
6	Подготовка к лабораторным занятиям.	допуск к выполнению, опрос	2
7	Самостоятельное изучение материала.	тест, решение задач	2
8	Подготовка к лабораторным занятиям.	допуск к выполнению	2
9	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта, опрос, решение задач	2
10	Самостоятельное изучение материала.	проверка конспекта, опрос	2
11	Самостоятельное изучение материала.	проверка конспекта, опрос	2
12	Самостоятельное изучение материала.	проверка конспекта, решение задач	2
13	Самостоятельное изучение материала.	проверка конспекта	2
14	Самостоятельное изучение материала	тест	2
15	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта, тест	2
16	Самостоятельное изучение материала	тест, опрос	2
17	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	2
18	Подготовка к лабораторным занятиям	тест, опрос	2

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	<b>В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:</b>
5.1	<b>Практические занятия:</b> а) работа в команде - совместное обсуждение вопросов лекций, домашних заданий, решение творческих задач (метод Делфи); метод дневников; мозговой штурм; б) выступления по темам рефератов; в) проведение контрольных работ;
5.2	<b>Лабораторные работы:</b> – выполнение лабораторных работ в соответствии с индивидуальным графиком; – кейс-метод. – защита выполненных работ;
5.3	<b>самостоятельная работа студентов:</b> – изучение теоретического материала, – подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, – метод дневников, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка реферата, отчетов, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету;
5.4	<b>консультации</b> 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

<b>6.1</b>	<b>Контрольные вопросы и задания</b>
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: – 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.
<b>6.2</b>	<b>Темы письменных работ</b>
6.2.1	Перспективные оптоэлектронные материалы и структуры.
6.2.2	Оптически чувствительные и светоизлучающие микроэлектронные структуры.
<b>6.3</b>	<b>Другие виды контроля</b>
6.3.1	<b>Тесты по темам:</b> Перспективные оптоэлектронные материалы и структуры. Интегральная оптоэлектроника. Оптоэлектронные датчики. Оптоэлектронные системы. Оптически чувствительные и светоизлучающие микроэлектронные структуры. Оптоэлектронные наноструктуры, их особенности и перспективы применения.

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

<b>7.1 Рекомендуемая литература</b>				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
<b>7.1.1. Основная литература</b>				
7.1.1.1	Ермаков, О. Н.	Мир электроники. Прикладная оптоэлектроника	2004, печат.	1,0
7.1.1.2	Игнатов А. Н.	Оптоэлектроника и нанофотоника	2011, учеб. пособ.	0,9
7.1.1.3	Смирнов, Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В..	Основы нано- и функциональной электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2013.	2013, электронный ресурс	1
7.1.1.4	Игнатов А.Н.	Микросхемотехника и наноэлектроника [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2011.	2011, электронный ресурс	1
7.1.1.5	Лозовский В.Н., Константинова Г.С., Лозовский С.В.	Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. Учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие / - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2008.	2008, электронный ресурс	1
<b>7.1.2. Дополнительная литература</b>				
7.1.2.1	Щука А.А.	Электроника / под ред. А.С.Сигова. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005.	2005, учеб. пособие.	0,28
7.1.2.2	Пул-мл. Ч., Оуэнс Ф.	Нанотехнологии. - М.: Техносфера, 2006. 336 с.	2006, учеб. пособ.	1
7.1.2.3	Марголин В. И., Жабрев В. А., Лукьянов Г. Н.	Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс]: учебное пособие / [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012.	2012, электронный ресурс	1
7.1.2.4	Пантелеев, В.И.	Физика и технология полупроводниковых гетеропереходных структур. - Воронеж: ВГТУ, 2000.	2000, учеб. пособ.	1
<b>7.1.3. Методические разработки</b>				
7.1.3.1				
<b>7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы</b>				
7.1.4.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="http://www.nanometer.ru">http://www.nanometer.ru</a></li> <li>- <a href="http://www.nanonewsnet.ru">http://www.nanonewsnet.ru</a></li> <li>- <a href="http://www.nanoware.ru">http://www.nanoware.ru</a></li> <li>- <a href="http://www.nanoobr.ru">http://www.nanoobr.ru</a></li> <li>- <a href="http://www.mikrosystems.ru">http://www.mikrosystems.ru</a></li> <li>- Системные программные средства: Microsoft Windows XP, Microsoft Vista</li> </ul>			
7.1.4.2	<b>Мультимедийные лекционные демонстрации:</b>			
	Перспективные оптоэлектронные материалы и структуры. Интегральная оптоэлектроника. Оптоэлектронные датчики. Оптоэлектронные системы. Оптически чувствительные и светоизлучающие микроэлектронные структуры. Оптоэлектронные наноструктуры, их особенности и перспективы применения.			

## 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  
«Оптоэлектронные микро- и наноструктуры»**

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы/ составители</b>	<b>Заглавие</b>	<b>Вид и годы издания</b>	<b>Обеспеченность</b>
<b>1. Основная литература</b>				
Л1.1	Ермаков О. Н.	Мир электроники. Прикладная оптоэлектроника	2004, печат.	1,0
Л1.2	Игнатов А. Н.	Оптоэлектроника и нанофотоника	2011, учеб. пособ.	0,9
Л1.3	Смирнов, Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В.	Основы нано- и функциональной электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013.	2013, электронный ресурс	1,0
Л1.4	Игнатов А.Н.	Микросхемотехника и наноэлектроника [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2011.	2011, электронный ресурс	1,0
Л1.4	Лозовский В.Н., Константинова Г.С., Лозовский С.В.	Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. Учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие /. — Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2008.	2008, электронный ресурс	1,0
<b>2. Дополнительная литература</b>				
Л2.1	Щука А.А.	Электроника / под ред. А.С.Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005.	2005, учеб. пособие.	0,28
Л2.2	Пул-мл. Ч., Оуэнс Ф.	Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2006. 336 с.	2006, учеб. пособие,	1,0
Л2.3	Марголин В. И., Жабрев В. А., Лукьянов Г. Н.	Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс]: учебное пособие / [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012.	2012, электронный ресурс	1,0
Л2.4	Пантелеев В.И.	Физика и технология полупроводниковых гетеропереходных структур	2000, учеб. пособ.	1,0

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**  
**«Оптоэлектронные микро- и наноструктуры»**

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