

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 факульте-  
та радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А. \_\_\_\_\_  
(подпись)  
\_\_\_\_\_ 2016 г.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

### Квантовая и оптическая электроника

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки (специальности): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника  
(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация): Микроэлектроника и твердотельная электроника  
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения очная Срок обучения нормативный

Кафедра полупроводниковой электроники и наноэлектроники  
(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 факульте-  
 та радиотехники и электроники

проф. Небольсин В.А. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ (подпись)  
 \_\_\_\_\_ 2016 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Квантовая и оптическая электроника

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

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

**Направление подготовки (специальности):** 11.03.04 Электроника и наноэлектроника  
 (код, наименование)

**Профиль:** Микроэлектроника и твердотельная электроника  
 (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:** 18 (25 %);

**Часов на самостоятельную работу по РПД:** 18 (25 %);

**Общая трудоемкость в ЗЕТ:** 2;

**Виды контроля в семестрах (на курсах):** экзамены - 0; зачеты - 7; зачет 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													18	18			18	18
<b>Итого</b>													72	72			72	72

**Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 12 марта 2015 г. №218.**

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

**Рецензент (ы):** \_\_\_\_\_ Коваленко П.Ю., к.т.н., зам. гл. инженера АО «ВЗПП-С»

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 “Электроника и наноэлектроника”, профиль “Микроэлектроника и твердотельная электроника”.

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	Целями освоения дисциплины являются формирование знаний о фундаментальных физических процессах, лежащих в основе квантовой и оптической электроники, принципах действия, особенностях конструкции и основных технических характеристик приборов и устройств квантовой и оптической электроники.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	изучение основных законов оптической и квантовой электроники, понимание принципов действия и знание областей применения оптоэлектронных приборов;
1.2.2	формирование навыков использования оптоэлектронных приборов в научных исследованиях и создание на их основе экспериментальных, опытных и промышленных установок.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.13.1
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении курсов	
Б1.Б.5	Математика
Б1.Б.6	Физика
Б1.Б.11	Теоретические основы электротехники
Б1.Б.16	Физические основы электроники
Б1.В.ДВ.12.1	Физические основы микроэлектронных приборов и интегральных схем
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b>	
Б1.В.ОД.12	Функциональная электроника
Б1.В.ОД.19	Проектирование БИС

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

ОПК-1	способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
ОПК-5	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных
ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные физические процессы, лежащие в основе действия приборов квантовой и оптической электроники (ОПК-1);
3.1.2	принципы конструирования различных классов приборов квантовой и оптической электроники (ОПК-1);
3.1.3	особенности оптических методов передачи и обработки информации (ОПК-1);

<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	применять полученные знания для объяснения принципов работы приборов и устройств квантовой и оптической электроники, а также оптических методов передачи и обработки информации, осуществлять оптимальный выбор прибора для конкретного применения (ОПК-7);
3.2.2	критически оценивать достоинства, недостатки и области возможного применения новых научных и технических разработок, реализованных в различных типах приборов квантовой и оптической электроники (ОПК-7);
3.2.3	определять важнейшие параметры дискретных устройств квантовой и оптической электроники (ОПК-5);
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками анализа и оптимизации большого комплекса факторов, влияющих на работу современных приборов квантовой и оптической электроники (ОПК-7);
3.3.2	информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств квантовой и оптической электроники (ОПК-7);
3.3.3	методами экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов и устройств квантовой и оптической электроники (ОПК-5).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Физические основы квантовой электроники	7	1	2	-	-	2	4
2	Когерентные источники оптического излучения	7	2 - 7	8	-	8	8	24
3	Физические основы оптоэлектроники.	7	6 - 11	2	-	4	2	8
4	Оптоэлектронные приборы	7	8 - 14	4	-	16	4	24
5	Волоконно-оптические линии связи.	7	16 - 18	2	-	8	2	12
<b>Итого</b>				<b>18</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>72</b>

#### 4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
<b>Раздел 1. Физические основы квантовой электроники</b>		<b>2</b>	
1	Взаимодействие электромагнитного излучения с атомными системами и твердыми телами. Энергетические состояния атомов, молекул и твердых тел. Спонтанные и вынужденные переходы, форма и ширина спектральных линий.	2	

<b>Раздел 2. Когерентные источники оптического излучения</b>		<b>8</b>	
3	Общие особенности и характеристики лазерного излучения. Усиление и генерация оптического излучения, методы создания инверсии. Резонаторы оптического диапазона. Активные среды лазеров.	2	
5	Твердотельные лазеры, типы, особенности устройства, основные характеристики, области применения.	2	
7	Газовые лазеры, устройство и принципы работы. Атомные, ионные, молекулярные газовые лазеры. Лазеры на самоограниченных переходах, эксимерные лазеры. Области применения газовых лазеров.	2	
9	Полупроводниковые лазеры, типы, особенности устройства, основные характеристики, области применения.	2	
<b>Раздел 3. Физические основы оптоэлектроники.</b>		<b>2</b>	
11	Фотоэлектрические явления и излучательная рекомбинация в полупроводниках.	2	
<b>Раздел 4. Оптоэлектронные приборы</b>		<b>4</b>	
13	Основные типы некогерентных источников оптического излучения. Электролюминесцентные конденсаторы, светоизлучающие диоды. Базовые конструкции СИД.	2	
15	Фотоприемники с внутренним фотоэффектом и их сравнительные характеристики: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры.	2	
<b>Раздел 5. Волоконно-оптические линии связи.</b>		<b>2</b>	
17	ВОЛС и их преимущества, используемые типы волокон, методы изготовления оптических световодов. Модуляторы, дефлекторы и преобразователи электрических сигналов.	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 2. Когерентные источники оптического излучения</b>		<b>8</b>		
2	Исследование параметров резкого анизотипного гетероперехода	4		тест
4	Исследование характеристик и параметров полупроводникового лазера	4		тест
<b>Раздел 3. Физические основы оптоэлектроники.</b>		<b>4</b>		
6	Исследование характеристик солнечных фотопреобразователей	4		опрос
<b>Раздел 4. Оптоэлектронные приборы</b>		<b>16</b>		
8	Исследование спектрального состава излучения полупроводниковых светодиодов	4		тест
10	Измерение постоянной времени фоторезисторов	4		тест
12	Изучение оптотиристора	4		опрос
14	Исследование спектральных характеристик <i>p-i-n</i> -фотодиодов (LabVIEW)	4		опрос

<b>Раздел 5. Волоконно-оптические линии связи.</b>		<b>8</b>		опрос
16	Определение параметров одномодового оптоволокна (LabVIEW)	4		опрос
18	Измерение передаточных характеристик диодных оптопар. Итоговое занятие.	4		Опрос, тест
<b>Итого часов</b>		<b>36</b>		

### 4.3 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
<b>7 семестр</b>		<b>Зачет с оценкой</b>	<b>18</b>
1	Подготовка к лабораторным работам	Опрос	1
2	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	1
3	Подготовка к лабораторным работам	Опрос	1
4	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	1
5	Подготовка к лабораторным работам	Опрос, тест	1
6	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	1
7	Подготовка к лабораторным работам	Опрос, тест	1
8	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	1
9	Подготовка к лабораторным работам	Опрос,	1
10	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	1
11	Подготовка к лабораторным работам	Опрос, тест	1
12	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	1
13	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	1
14	Подготовка к лабораторным работам	Опрос,	1
15	Самостоятельное изучение материала Подготовка к лабораторным работам	проверка конспекта тест	1
16	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	1
17	Подготовка к лабораторным работам Самостоятельное изучение материала	тест проверка конспекта	1
18	Самостоятельное изучение материала	проверка конспекта	1

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:</b>	
5.1	<b>Лекции:</b> информационные лекции;
5.2	<b>лабораторные работы:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнение лабораторных работ в соответствии с индивидуальным графиком;</li> <li>– защита выполненных работ;</li> </ul>
5.3	<b>самостоятельная работа студентов:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– изучение теоретического материала,</li> <li>– подготовка к лекциям, лабораторным работам,</li> <li>– работа с учебно-методической литературой,</li> <li>– оформление конспектов лекций, подготовка реферата, отчетов,</li> <li>– подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету;</li> </ul>
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: <ul style="list-style-type: none"> <li>– контрольные работы;</li> <li>– тесты;</li> <li>– опрос.</li> </ul>
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 зачету.
<b>6.2</b>	<b>Темы письменных работ</b>
<b>7 семестр</b>	
6.2.1	Когерентные источники оптического излучения
6.2.2	Фотоэлектрические явления и излучательная рекомбинация в полупроводниках.
6.2.3	Основные типы некогерентных источников оптического излучения.
6.2.4	Фотоприемники с внутренним фотоэффектом
<b>6.3</b>	<b>Другие виды контроля</b>
6.3.1	Тесты по темам: Лазеры Светодиоды Фотоприемники Реферат по тематике, касающейся фундаментальных физических процессов, лежащих в основе квантовой и оптической электроники, принципов действия, особенностей конструкции и основных технических характеристик приборов и устройств квантовой и оптической электроники. Темы рефератов представлены учебно-методическом комплексе дисциплины.

## 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	Игнатов А. Н.	Оптоэлектроника и нанофотоника	2011, учеб. пособ.	0,9
7.1.1.2	Свистова, Т.В.	Квантовая и оптическая электроника : учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2009. - 252 с.	2009, учеб. пособ.	1,2
7.1.1.3	Киселев Г.Л.	Квантовая и оптическая электроника. электроника [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 314 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=627">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=627</a>	2011, Электронный ресурс	1,0



<b>7.1.2. Дополнительная литература</b>				
7.1.2.1	Щука А.А.	Электроника: учеб. пособие / под ред. проф. А.С. Сигова. - СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.	2005. Печат.	0,28
7.1.2.2	Пихтин А.Н.	Оптическая и квантовая электроника : учеб. пособие. - М. : Высш. шк., 2001. - 573 с.	2001. Печат.	0,29
7.1.2.3	Ермаков, О. Н.	Прикладная оптоэлектроника.- М. : Техносфера, 2004. - 416 с. (Мир электроники).	2004. Печат.	1,0
<b>7.1.3 Методические разработки</b>				
7.1.3.1	Свистова Т.В.	№ 23-2011 Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Квантовая и оптическая электроника» - Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2011. - 48 с.	2011. Печат.	0,45
<b>7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы</b>				
7.1.4.1	Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены на сайте: <a href="http://vorstu.ru/">http://vorstu.ru/</a> , Системные программные средства: Microsoft Windows XP, Microsoft Vista Прикладные программные средства: Microsoft Office 2007 Pro, FireFox, LabVIEW, Electronic Workbench.			
7.1.4.2	<b>Компьютерные практические работы:</b> -			
7.1.4.3	<b>Мультимедийные видеофрагменты:</b> -			
7.1.4.4	<b>Мультимедийные лекционные демонстрации:</b> Когерентные источники оптического излучения. Фотоэлектрические явления и излучательная рекомбинация в полупроводниках. Основные типы некогерентных источников оптического излучения. Фотоприемники с внутренним фотоэффектом.			

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

<b>8.1</b>	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
<b>8.2</b>	Оборудование лабораторий 203/4: монохроматор УМ-2, селективный микровольтметр ВМ-6, генератор типа Г033, стенды для измерения переходных процессов оптодиода, диодных и диодно-транзисторных оптопар, компьютеры.

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой  
дисциплины «Квантовая и оптическая электроника»**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания.	Обеспеченность
<b>1. Основная литература</b>				
Л1.1	Игнатов А. Н.	Оптоэлектроника и нанофотоника	2011, учеб. пособ.	0,9
Л1.2	Свистова Т.В.	Квантовая и оптическая электроника : учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2009. - 252 с.	2009, учеб. пособ.	1,0
Л1.3	Киселев Г.Л.	Квантовая и оптическая электроника. электроника [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 314 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=627">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=627</a>	2011, Электронный ресурс	1,0
<b>2. Дополнительная литература</b>				
Л2.1	Щука А.А.	Электроника: учеб. пособие / под ред. проф. А.С. Сигова. - СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.	2005. Печат.	0,28
Л2.2	Пихтин А.Н.	Оптическая и квантовая электроника : учеб. пособие. - М. : Высш. шк., 2001. - 573 с.	2001. Печат.	0,29
Л2.3	Ермаков, О. Н.	Прикладная оптоэлектроника.- М. : Техносфера, 2004. - 416 с. (Мир электроники).	2004. Печат.	1,0
<b>3. Методические разработки</b>				
Л3.1	Свистова Т.В.	№ 23-2011 Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Квантовая и оптическая электроника» - Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2011. - 48 с.	2011. Печат.	0,45

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Рембеза

Директор НТБ \_\_\_\_\_ Т.И. Буковшина

«УТВЕРЖДАЮ»  
Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

\_\_\_\_\_ Небольсин В.А.  
(подпись)

\_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

### Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД

#### Квантовая и оптическая электроника

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

