

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Иванов А.Г.

подпись

« 30 »

2017г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.04.02 «ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

Направление подготовки	03.03.02 «Физика»
Направленность (профиль)	Фундаментальная физика
Программа подготовки	Академический бакалавриат
Форма обучения	Очная
Квалификация (степень) выпуска	Бакалавр

Краснодар 2017

### **Цель дисциплины:**

Учебная дисциплина «Физическая электроника» ставит своей целью изучение физических основ электронных и электромагнитных процессов, понимание их роли в функционировании технических устройств промышленной и информационной электроники, ознакомление студентов с основными классами вакуумных приборов и устройств, их принципами действия, основными характеристиками и параметрами, методами их расчета и областями применения. Изучение приборов и устройств вакуумной электроники является важной составной частью подготовки «радиофизиков», так как именно эти приборы и устройства обеспечивают сегодня рекордные параметры по мощности на предельных частотах.

### **Задачи дисциплины**

сформировать у студентов современное представление об основных методах формирования активной среды в виде электронного пучка для мощных источников электромагнитного излучения, включая теорию эмиссии электронов из твердого тела.

### **Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Физическая электроника» относится к базовой части Блока 1. Б «Дисциплины (модули)» вариативной части учебного плана.

Дисциплина «Физическая электроника» базируется на следующих дисциплинах образовательной программы бакалавра по направлению Радиофизика: модуля «Математический и естественнонаучный цикл»: «Математика», «Методы математической физики» и «Общая физика» базовой части цикла математических и естественнонаучных дисциплин.

### **Требования к уровню освоения дисциплины**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций (ОПК)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-3	Способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	основы классической электронной оптики; различные виды электронной эмиссии и методы их теоретического описания; устройство и основные характеристики различных электровакуумных приборов.	определять основные характеристики и устройство различных электровакуумных приборов.	приемами и навыками решения конкретных задач из разных областей физической электроники.
2.	ПК-2	способностью проводить научные исследования в избранной области	необходимые последовательности измерений для	планировать измерения параметров радиоэлектрон	планированием использования радиоэлектронных приборов

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.	определения параметров радиоэлектронных устройств.	ных компонентов.	в физических исследованиях.

**Основные разделы дисциплины:**

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС)
			Л	ЛЗ	КСР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	<b>Кристаллические решетки</b> геометрические свойства, узлы решетки, элементарная ячейка, электронная конфигурация атомов, типы химических связей, строение полупроводниковых кристаллов	13	2	–	1	10
2.	<b>Волновые функции электрона, Зоны Бриллюэна.</b> Энергетические зоны, метод силносвязанных электронов, закон дисперсии, Изознергетические поверхности,, металлы и полупроводники.	29	4	4	1	20
3.	<b>Электроны и дырки.</b> Энергетический спектр носителей в постоянном магнитном	19	6	–	1	12

	поле.мелкие примесные уровни, Сглаженная функция.					
4.	<b>Статистика электронов и дырок в полупроводниках.</b> Распределение Ферми-Дирака.Невырожденн ыеполупроводни ки.Случай сильного вырождения.Концентр ация электронов и дырок на локальных уровнях. Простые центры Многозарядные центры.	35	8	16	1	10
5.	<b>Усиление электрических сигналов</b> дифференциальное сопротивление, транзисторные усилители, интегральные операционные усилители).	21	2	8	1	10
6.	<b>Генераторы электрических колебаний</b> (обратная связь в усилителях, СВЧ генераторы на приборах с отрицательным дифференциальным сопротивлением).	24	2	10	2	10
7.	<b>Нелинейные цепи</b> (преобразователи и умножители частоты.амплитудная, частотная и фазовая модуляция сигналов, детектирование).	25	4	8	7	10
8.	<b>Цифровая схемотехника</b> дешифраторы, триггеры, регистры, цифровые счетчики импульсов, постоянные запоминающие	25	4	12	14	10

	устройства и программируемые логические матрицы, оперативные запоминающие устройства).					
	<i>Всего:</i>	252	32	64	54	92

**Курсовые работы:** не предусмотрены.

**Форма проведения аттестации по дисциплине:** экзамен.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач.ед. (252 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице:

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)				
		6	—	—	—	
<b>Контактная работа, в том числе:</b>						
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>96</b>	<b>96</b>				
Занятия лекционного типа	32	32	-	-	-	
Лабораторные занятия	64	64	-	-	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	
<b>Иная контактная работа:</b>						
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4				
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2				
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>						
<i>Курсовая работа</i>	-	-	-	-	-	
<i>Проработка теоретического (лекционного материала)</i>	70	70	-	-	-	
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	21	21	-	-	-	
<i>Реферат</i>	-	-	-	-	-	
Подготовка к текущему контролю	28	28	-	-	-	
<b>Контроль:</b>						
Подготовка к экзамену	26,7	26,7				
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>252</b>	<b>252</b>	-	-	-
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>119</b>	<b>119</b>			
	<b>зач. ед.</b>	<b>7</b>	<b>7</b>			

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в \_\_\_ семестре (для студентов ОФО)

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов Всего	Аудиторная работа			СРС
			Л	ЛЗ	КСР	
1	Кристаллические решетки	геометрические свойства, узлы решетки, элементарная ячейка, электронная конфигурация атомов, типы химических связей, строение полупроводниковых кристаллов	2	–	–	
2	Волновые функции электрона,	Энергетические зоны, метод силно связанных электронов, закон дисперсии, Изоэнергетические поверхности,, металлы и полупроводники.	4	4		
3	Электроны и дырки	Энергетический спектр носителей в постоянном магнитном поле.мелкие примесные уровни, Сглаженная функция	6	–		
4	Статистика электронов и дырок в полупроводниках.	Распределение Ферми-Дирака.Невырожденныеполупроводники.Случай сильного вырождения.Концентрация электронов и дырок на локальных уровнях. Простые центры Многозарядные центры.	8	16		
5	Усиление электрических сигналов	дифференциальное сопротивление, транзисторные усилители, интегральные операционные усилители).	2	8		
6	Генераторы электрических колебаний	(обратная связь в усилителях, СВЧ генераторы на приборах с отрицательным дифференциальным сопротивлением).	2	10		
7	Нелинейные цепи	(преобразователи и умножители частоты.амплитудная, частотная и фазовая модуляция сигналов, детектирование).	4	8		

8	Цифровая схемотехника	триггеры, регистры, цифровые устройства и программируемые логические матрицы, оперативные запоминающие устройства). счетчики импульсов, постоянные запоминающие	4	12		
	<i>Итого:</i>		<b>32</b>	<b>64</b>		

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Кристаллические решетки	геометрические свойства, узлы решетки, элементарная ячейка, электронная конфигурация атомов, типы химических связей, строение полупроводниковых кристаллов	Т
2.	Волновые функции электрона,	Энергетические зоны, метод силносвязанных электронов, закон дисперсии, Изоэнергетические поверхности,, металлы и полупроводники.	
3.	Электроны и дырки	Энергетический спектр носителей в постоянном магнитном поле.мелкие примесные уровни, Сглаженная функция	Р
4.	Статистика электронов и дырок в полупроводниках.	Распределение Ферми-Дирака.Невырожденныеполупроводники.Случай сильного вырождения.Концентрация электронов и дырок на локальных уровнях. Простые центры Многозарядные центры.	
5.	Усиление электрических сигналов	дифференциальное сопротивление. Транзисторные усилители. Интегральные операционные усилители.	Т

6.	Генераторы электрических колебаний.	Обратная связь в усилителях. СВЧ генераторы на приборах с отрицательным дифференциальным сопротивлением.	Т
7.	Нелинейные цепи.	Преобразователи и умножители частоты. Амплитудная, частотная и фазовая модуляция сигналов. Детектирование.	
8.	Цифровая схемотехника	Булева алгебра. Логические элементы, мультиплексоры, дешифраторы. Триггеры, регистры, цифровые счетчики импульсов. Постоянные запоминающие устройства и программируемые логические матрицы. Оперативные запоминающие устройства.	Р

### 2.3.2 Занятия семинарского типа не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка теоретического материала	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, ФГБОУ ВО «КубГУ», 2012. - 33 с.
2	Реферат	1. Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/93331">https://e.lanbook.com/book/93331</a> . 2. Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 340 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/93303">https://e.lanbook.com/book/93303</a> .
3	Подготовка презентации по теме реферата	Вылегжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 115 с. <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660</a> .

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов) не предусмотрены

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Кристаллические решетки	контрольные вопросы по разделам учебной программы
2.	. Волновые функции электрона,	контрольные вопросы по разделам учебной программы
3.	Электроны и дырки	контрольные вопросы по разделам учебной программы
4.	Статистика электронов и дырок в полупроводниках	контрольные вопросы по разделам учебной программы
5.	Усиление электрических сигналов	контрольные вопросы по разделам учебной программы
6.	Генераторы электрических колебаний.	контрольные вопросы по разделам учебной программы
7.	Нелинейные цепи.	контрольные вопросы по разделам учебной программы
8.	Цифровая схемотехника	контрольные вопросы по разделам учебной программы

### 3. Образовательные технологии

При реализации учебной работы по дисциплине с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся и в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавра реализуется компетентный подход и предусмотрено использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: деловые игры, разбор конкретных ситуаций, психологические и научные тренинги, встречи с ведущими учеными физиками, организация публичных лекций, внеаудиторная работа в научной библиотеке, мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме по дисциплине составляет 30%. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов составляют 50% аудиторных занятий.

Промежуточный контроль усвоения материала осуществляется через выполнение лабораторных работ, тестирование, блицопрос, окончательный контроль – экзамен. Требования к уровню освоения содержания курса заключается в строгом выполнении часовой нагрузки по темам путем

выполнения лекционных, лабораторных занятий, написании по предложенным темам рефератов, самостоятельных работ и сдаче экзамена.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации**

Перечень контрольных вопросов

1. Предмет физической электроники. Геометрические свойства, узлы решетки, элементарная ячейка, электронная конфигурация атомов,
2. Волновая функция электрона. Энергетические зоны, метод силносвязанных электронов, закон дисперсии
3. . Электроны и дырки. Энергетический спектр носителей в постоянном магнитном поле. мелкие примесные уровни, Сглаженная функция
4. Распределение Ферми-Дирака. Невырожденные полупроводники. Простые центры
5. Многозарядные центры. Случай сильного вырождения
6. Концентрация электронов и дырок на локальных уровнях.
7. Электронные лампы. Диод, триод, тетрод, пентод и их параметры.
8. Монополярные полупроводниковые приборы. Термосопротивления, фотосопротивления, варисторы, диоды Ганна.
9. Биполярные полупроводниковые приборы. Диоды (выпрямительные, импульсные, стабилитроны, варикапы, фото и светодиоды). Диоды СВЧ (туннельные, лавиннопролетные, варакторы).
10. Биполярные и полевые транзисторы, их параметры и основные схемы включения.
11. Усилители электрических сигналов. СВЧ усилители на приборах с отрицательным дифференциальным сопротивлением. Транзисторные усилители. Интегральные операционные усилители.
12. Генераторы электрических колебаний. Обратная связь в усилителях. СВЧ генераторы на приборах с отрицательным дифференциальным сопротивлением.
13. Нелинейные цепи. Преобразователи и умножители частоты.
14. Амплитудная, частотная и фазовая модуляция сигналов. Детектирование.
15. Булева алгебра. Логические элементы, мультиплексоры, дешифраторы.
16. Триггеры, регистры, цифровые счетчики импульсов.
17. Постоянные запоминающие устройства и программируемые логические матрицы. Оперативные запоминающие устройства.

##### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Аттестация по защищенным лабораторным работам

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **Основная литература.**

1. Основы радиоэлектроники [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / под ред. Г. Д. Петрухина ; [Г. Д. Петрухин и др.]. - 2-е изд., стер. - М. : Вузовская книга, 2009. - 413 с. - Авт. указаны на обороте тит. листа. - Библиогр.: с. 411-412. - ISBN 9785950204142

2. Новожилов О. П. Электроника и схемотехника [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата : в 2 ч. Ч. 2 / О. П. Новожилов. - М. :Юрайт, 2017. - 421 с.

<https://biblio-online.ru/book/A249DF90-9B06-4320-87A4-58BCF3A99C6D>.

3. Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата : в 2 ч. Ч. 1 / О. П. Новожилов. - М. :Юрайт, 2017. - 382 с.

<https://biblio-online.ru/book/9C9A15AD-47A5-4719-B5A2-E1C27357A56C>.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Каганов, Вильям Ильич Основы радиоэлектроники и связи [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / В. И. Каганов, В. К. Битюков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 542 с. : ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр. : с. 536-538. - ISBN 5935172364.

2. Нефедов, Виктор Иванович Основы радиоэлектроники и связи [Текст] : учебник для студентов вузов / В. И. Нефедов. - 3-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2005. - 510 с. : ил. - Библиогр. : с. 499. - ISBN 506004274X.

3. Кугушев, Александр Михайлович Основы радиоэлектроники. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / А. М. Кугушев, Н. С. Голубева, В. Н. Митрохин. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. - 367 с. : ил. - Библиогр.: с. 362. - ISBN 5703817285.

## **6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для проведения занятий по дисциплине «Физическая электроника» имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами с возможностью подключения к Wi-Fi, документ-камерой, маркерными досками для демонстрации учебного материала;
- специализированный класс, с компьютерами и подключенным к ним периферийным измерительным прибором;
- аппаратное и программное обеспечение, соответствующие методические материалы для проведения самостоятельной работы по дисциплине;
- литература в библиотеке университета.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория 2010С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.
2.	Семинарские занятия	Не запланированы.
3.	Лабораторные занятия	Лаборатория 318С, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения: измеритель параметров полупроводниковых приборов ИППП-1, спектрофотометр СФ-256 УВИ, спектрофотометр СФ-256 БИК, ПК для обработки экспериментальных данных.
4.	Курсовое проектирование	Кабинет для выполнения курсовых работ, аудитория 204С.
5.	Групповые (индивидуальные)	Аудитория 318С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и

	консультации	соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.
6.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 318С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.
7.	Самостоятельная работа	Кабинет электронных ресурсов для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Аудитория для самостоятельной работы 204С.