

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образо-
вания «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»
(КБГУ)**

Институт информатики, электроники и робототехника
Кафедра физических основ микро- и нанoeлектроники

СОГЛАСОВАНО Руководитель образовательной программы _____ Шебзухов А.А. « ____ » _____ 2020 г.	УТВЕРЖДАЮ Директор института _____ Черкесова Н.В. « ____ » _____ 2020г.
---	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Б1.Б.06 «Физические основы электроники и нанoeлектроники»

Направление подготовки
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль
Современные информационные технологии в электронной технике
Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Нальчик, 2020

Рабочая программа дисциплины (модуля) «**Физические основы электроники и нанoeлектроники**» /сост. Г.В.Дедков – Нальчик: КБГУ, 2020.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины (модуля) базовой части Б1.Б.06 студентам очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «12» марта 2015 г. № 218.

Содержание

Содержание.....	3
1. Цели и задачи дисциплины (модуля).....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП ВО.....	4
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины (модуля).....	4
4. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
4.1. Содержание разделов дисциплины (модуля).....	5
4.2. Структура дисциплины (модуля).....	8
4.3. Лабораторные работы.....	12
4.4. Курсовой проект (курсовая работа).....	13
4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля).....	14
5. Образовательные технологии.....	16
6. Фонд оценочных средств для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	16
6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине.....	16
6.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля).....	18
6.3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.....	19
6.4. Формы и содержание рубежного контроля.....	22
6.5. Форма и содержание промежуточной аттестации.....	23
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	28
7.1. Основная литература.....	28
7.2. Дополнительная литература.....	28
7.3. Периодические издания.....	29
7.4. Интернет-ресурсы.....	29
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	29
Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	30

1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Предметом дисциплины являются электронные процессы в вакууме, газах, твердых телах, на границах раздела сред и, физические явления, лежащие в основе работы и принципов построения электронных приборов различного назначения.

Цель дисциплины состоит в формировании глубокого и целостного представления о физике электронных приборов и устройств, а так же о физических явлениях, используемых для создания устройств современной электроники.

Задачи дисциплины:

- формирование практических навыков использования всего комплекса технических и информационных средств для изучения физических явлений, лежащих в основе работы современных электронных устройств, а так же физических эффектов, которые могут быть использованы для создания новых устройств электроники;
- формирование навыков решения задач по физическим основам работы современных электронных устройств;
- формирование навыков теоретического обобщения и выявления особенностей работы устройств электроники.

2 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1.Б.06 по направлению подготовки 11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: "Математика", "Физика (общая)", "Материалы электронной техники", "Теоретические основы электротехники", "Физика конденсированного состояния".

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы и изучении дисциплин: «Нанoeлектроника», «Основы проектирования электронной компонентной базы», «Основы технологии электронной компонентной базы», «Материалы и компоненты нанoeлектроники», «Элементы и приборы нанoeлектроники», «Схемотехника», а также программы магистерской подготовки по направлению –Электроника и нанoeлектроника.

3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

а) общекультурных (ОК):

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)

б) профессиональные компетенции (ПК):

- способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения (ПК-2)

В результате освоения дисциплины, обучающийся должен:

знать: физико-технические основы вакуумной и плазменной электроники: законы эмиссии, способы формирования и транспортировки ПЗЧ в вакууме и плазме, способы управления параметрами и преобразования энергии ПЗЧ в другие виды; основы физики твердого тела; принципы использования физических эффектов в твердом теле в электронных приборах и устройствах твердотельной электроники; методы их аналитического описания, факторы, определяющие их параметры и характеристики, конструкции и области применения; основные физические процессы, лежащие в основе действия приборов квантовой и оптической электроники, методы их аналитического описания, факторы, определяющие их параметры и характеристики, а также особенности оптических методов передачи и обработки информации;

уметь: применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании и экспериментальном исследовании физических процессов, лежащих в основе принципов работы приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники; применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования электронных приборов и устройств твердотельной электроники и нанoeлектроники; применять полученные знания для объяснения принципов работы приборов и устройств оптической и квантовой электроники, а также оптических методов передачи и обработки информации;

владеть: информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники; методами экспериментальных исследований параметров и характеристик электронных приборов и устройств твердотельной электроники и нанoeлектроники, современными программными средствами их моделирования и проектирования; методами компьютерного проектирования и экспериментального исследования микроволновых приборов и устройств; информацией об областях применения и перспективах развития приборов, устройств и методов квантовой и оптической электроники.

4 Содержание и структура дисциплины

4.1 Содержание разделов дисциплины

В таблице 1 приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т).

Таблица 1

№ раздела	Наименование разделов	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
-----------	-----------------------	---	-------------------------

1	Краткая история развития электромагнетизма и электроники. История радио и телевидения. Эпоха Интернета. История создания и развития элементной базы электроники	ОК-7, ПК-2	(ЛР), (К), (ПК), Т).
1	Уравнения Максвелла электромагнитного поля. Взаимодействие заряженных частиц с электромагнитным полем. Уравнение Шредингера и волновая функция электрона в твердом теле. Основы зонной теории твердого тела. Особенности строения твердых тел. Свободные электроны в твердых телах. Зона Бриллюэна и квазиимпульс электрона. Закон дисперсии. Методы расчета зонной структуры. Зонная структура металлов, полупроводников и диэлектриков. Динамика носителей заряда твердых тел в электрических и магнитных полях	ОК-7, ПК-2	(ЛР), (К), (ПК), Т).
1	Электропроводность кристаллов. Механизмы рассеяния электронов. Процессы переноса носителей заряда в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Электронно-дырочные переходы. Равновесное и стационарно-неравновесное состояние полупроводника. Термоэлектрические и гальваномагнитные приборы и устройства. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Оптические свойства полупроводников. Фотоэлектрические явления. Сверхпроводимость.	ОК-7, ПК-2	(ЛР), (К), (ПК), Т).
1	Электропроводность кристаллов. Механизмы рассеяния электронов. Процессы переноса носителей заряда в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Электронно-дырочные переходы. Равновесное и стационарно-неравновесное состояние полупроводника. Термоэлектрические и гальваномагнитные приборы и устройства. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Оптические свойства полупроводников. Фотоэлектрические явления. Сверхпроводимость.	ОК-7, ПК-2	(ЛР), (К), (ПК), Т).
2	Контакты металл – полупроводник и диэлектрик-полупроводник. Полупроводниковые приборы, основанные на использовании электрических свойств электронно-дырочных переходов и контактов металл - полупроводник. Полупроводниковые диоды. Переходы Джозефсона и скин-эффекта. Биполярные транзисторы и тиристоры. Полевые транзисторы и приборы с зарядовой связью. Силовые полупроводниковые приборы и приборы для работы при экстремальных температурах.	ОК-7, ПК-2	(ЛР), (К), (ПК), Т).
2,3	Физические основы квантовой и оптической электроники. Принципы работы мазеров и лазеров, инверсия населенностей, методы накачки. Энергетические состояния квантовых систем; квантовые переходы при взаимодействии с электромагнитным излучением. Спонтанное и вынужденное излучение, коэффициенты Эйнштейна; оптические характеристики вещества, соотношения Крамерса-Кронига. Усиление и генерация электромагнитного излучения. Твердотельные лазеры, их особенности и характеристики. Жидкостные лазеры на органических красителях. Полупроводниковые светодиоды и лазеры. Гетеросветодиоды и гетеролазеры. Лазеры на квантовых ямах и квантовых точках.	ОК-7, ПК-2	(ЛР), (К), (ПК), Т).
3	Физические основы электронно-эмиссионных методов исследования поверхности твердых тел. Элементарные процессы при взаимодействии электронов, атомных частиц и ионов с твердым телом. Рассеяние электронов на изолированных атомах. Фотоэффект. Вторичная электронная эмиссия. Ионное распыление. Каналирование заряженных частиц в кристаллах.	ОК-7, ПК-2	(ЛР), (К), (ПК), Т).

4.2 Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 ч.)

Таблица 2

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	5 семестр	Всего
Общая трудоемкость (в зачетных единицах)	180	180
Контактная работа (в часах):	68	68
<i>Лекции (Л)</i>	34	34
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	34	34
Самостоятельная работа:	85	85

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	5 семестр	Всего
Курсовой проект (КП)		
Самостоятельное изучение разделов	85	85
Подготовка и сдача экзамена	27	27
Вид итогового контроля		экзамен

4.3 Лабораторные работы

Лабораторный практикум является важным элементом обучения, т.к. прививает навыки самостоятельной работы на различном лабораторном оборудовании и умение пользоваться различными приборами и инструментами.

Общие требования к студенту, выполняющему лабораторный практикум

Выполнение каждой лабораторной работы складывается из следующих этапов.

1. Самостоятельная подготовка студентов к работе. Перед началом работы студенты должны четко представлять себе цель работы, знать схему, метод измерения, физическую сущность ожидаемых результатов. Должен быть подготовлен протокол измерений, содержащий таблицы для записи результатов измерений и основные расчетные формулы. Студенты, не подготовившиеся к работе в соответствии с этими требованиями, к выполнению работы не допускаются.

2. Проведение эксперимента. Этот этап осуществляется в соответствии с методическими указаниями, которые содержатся в описании к каждой работе. Лабораторные измерения на стенде студент может начать только после собеседования с преподавателем и получения соответствующего допуска. Любые изменения в схеме проводятся при отключении схемы от источника напряжения. Результаты измерения проверяются преподавателем.

3. Составление отчета о проделанной работе. К отчету о выполненной работе предъявляются следующие требования:

3.1. Отчет должен содержать исчерпывающие данные, как о цели работы, так и о результатах в следующей последовательности:

- а) Задание
- б) Схема установки и описание методики измерений.
- в) Первичные экспериментальные результаты за подписью преподавателя
- г) Результаты обработки экспериментальных данных, включая графики, таблицы.
- д) Общие выводы о работе и заключение, о качестве исследованных материалов.

3.2. Текст отчета должен быть написан аккуратно и разборчиво от руки или представлен в виде распечатки, после компьютерной верстки. В обоих случаях текст должен представлять собой логическое изложение существа вопроса. Недопустимо приведение формул, таблиц без разъяснений всех обозначений и сокращений. Отчет должен быть понятен для каждого читающего без каких-либо дополнительных вопросов у составителей отчета.

3.3. Полученные зависимости должны сопровождаться теоретическим обоснованным объяснением причин влияющих на их ход, для чего в процессе составления отчета студент обязан по литературным источникам ознакомиться с материалом, который был объектом его исследования в лаборатории. Без такого ознакомления с испытуемым методом студент не будет в состоянии дать правильный анализ процессов, происходящих в материале при эксперименте.

4. Защита лабораторной работы с представлением отчета. При сдаче отчета студенты должны показать понимание сущности физических явлений в исследованных материалах, объяснить полученные результаты и сделать выводы. При работе в лаборатории необходимо строго выполнять все правила техники безопасности и указания преподавателя.

Перечень лабораторных работ(контролируемые компетенции ОК-7, ПК-2)

Таблица 3

№ ЛР	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	3
1	Исследование термоэлектрических свойств полупроводниковых материалов	4
2	Определение концентрации носителей заряда в полупроводниках	4
3	Определение оптической ширины запрещенной зоны по спектральным зависимостям поглощения полупроводника	4
4	Определение диффузионной длины неосновных носителей заряда	4
5	Измерение дрейфовой подвижности неосновных носителей заряда	4
6	Исследование параметров полупроводниковых приборов в программной оболочке Workbench	8
7	Исследование фоторезисторов	2
8	Исследование светоизлучающих диодов	2
9	Исследование характеристик вакуумного триода	2

4.4 Курсовая проект (курсовая работа) не предусмотрена УП

4.5 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Ниже приводится перечень вопросов выносимых на самостоятельное изучение по разделам дисциплины с указанием примерного объема часов:

Таблица 4

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
------------------	---	---------------------

1	Оптоэлектронные полупроводниковые приборы. Термоэлектрические и гальваномангнитные приборы и устройства. Силовые полупроводниковые приборы и приборы для работы при экстремальных температурах. Полупроводниковые приборы микроэлектроники и нанoeлектроники. Физические ограничения микроминиатюризации интегральных элементов. Перспективные направления развития нанoeлектронных приборов и устройств.	20
2	Основные узлы микроволновых электронных приборов. Вакуумные микроволновые приборы. Принцип действия и классификация. Приборы с квазистатическим управлением. Приборы с динамическим управлением – клистроны, лампы бегущей и обратной волны, приборы со скрещенными полями, гирорезонансные приборы..	20
3	Твердотельные лазеры, их особенности и характеристики: рубиновый лазер, лазеры на кристаллах и стеклах, активированных неодимом, волоконные усилители и лазеры. Жидкостные лазеры на органических красителях. Полупроводниковые светодиоды и лазеры, их особенности и характеристики. Инжекционная электролюминесценция, условие инверсии в полупроводниках, квазиуровни Ферми. Активные материалы светодиодов и инжекционных лазеров. Гетеросветодиоды и гетеролазеры. Лазеры с отдельным оптическим и электронным ограничением. Лазеры на квантовых ямах и квантовых точках, использующие эффекты размерного квантования в наноструктурах. Приемники оптического излучения, их классификация и технические характеристики. Полупроводниковые фотоприемники: фоторезисторы, фотодиоды, р-і-п-фотодиоды и лавинные фотодиоды, солнечные фотоэлементы. Методы модуляции оптического излучения.	20
4	Формирование потоков заряженных частиц (ПЗЧ) различной интенсивности: электронные и ионные прожекторы и пушки. Транспортировка потоков заряженных частиц: методы управления поперечным сечением, интенсивностью, вектором и модулем скорости; электростатические, магнитные и плазмооптические системы, динамические способы управления; ускорение ионных потоков в плазме.	25

5 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Таблица 5

Контроль ные точки	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Структура и симметрия твердых тел. Дифракционные методы и межатомная связь	ОК-7 ПК-2	1. Устный опрос по темам 2. Подготовка и защита лабораторных работ по дисциплине. 3. Тестирование
2	Статическое и динамическое описание атом-атомных взаимодействий в		1. Устный опрос по темам

	конденсированных телах. Механические и тепловые свойства	ОК-7 ПК-2	2. Подготовка и защита лабораторных работ по дисциплине. 3. Тестирование
3	Электронные свойства. Диэлектрики, металлы, полупроводники	ОК-7 ПК-2	1. Устный опрос по темам 2. Подготовка и защита лабораторных работ по дисциплине. 3. Тестирование

Формы контроля текущих, промежуточных и итоговых знаний студентов по дисциплине определяются в соответствии с учебным планом образовательной программы и в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов КБГУ.

От обучающихся требуется посещение занятий, выполнение лабораторных работ, знакомство с рекомендованной литературой.

При аттестации обучающихся оценивается качество работы на занятиях (умение вести дискуссию, способность четко и ёмко формулировать свои мысли), уровень подготовки к самостоятельной деятельности, качество выполнения заданий (презентаций, докладов, выполнение лабораторных работ и др.).

Также за посещение занятий студенты могут получить от 0- 10 баллов

- оценка «отлично» выставляется студенту, если набрано 91 – 100 баллов;
- оценка «хорошо» выставляется, если набрано 85-90 баллов
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если набрано 61 –84 баллов;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не набрано 36-60 баллов (баллы приведены с учетом посещаемости, в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов КБГУ).

Формы и содержание рубежного контроля

Рубежный и промежуточный контроль освоения студентом дисциплины осуществляется в рамках балльно-рейтинговой системы. Распределение баллов в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов КБГУ приведено в таблице:

№ рейтинговой точки	Коллоквиум	Контр. работа	Посещаемость	Тестирование
1	7	8	3	5
2	7	8	3	5
3	7	8	4	5

Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине (модулю)

1. Энергетическое строение твердых тел. Зонные диаграммы.
2. Собственный и примесный полупроводники. Маркировка полупроводниковых материалов.
3. Проводимость и подвижность носителей заряда.
4. Функции распределения частиц по энергии (Ферми-Дирака и Максвелла-Больцмана).
5. Распределение носителей заряда в зонах. Уровень Ферми.
6. Механизмы рассеивания свободных носителей заряда.
7. Температурная зависимость электропроводности металлов и полупроводников.

8. Генерация, рекомбинация неравновесных носителей заряда. Время жизни носителей заряда.
9. Диффузионный ток в полупроводниках. Закон полного тока.
10. Уравнение непрерывности. Диффузионная длина носителей заряда.
11. Виды электрических контактов, требования к ним.
12. Р-п-переход в равновесии.
13. Р-п-переход в смещении.
14. ВАХ идеального и реального р-п-перехода.
15. Принцип действия, режимы работы, характеристики, условное графическое обозначение и маркировка диодов: выпрямительных, ВЧ, импульсных..
16. Принцип действия, режимы работы, характеристики, условное графическое обозначение и маркировка диодов: варикапов, стабилитронов, стабилиторов.
17. Принцип действия, ВАХ, обозначение туннельного диода.
18. Выпрямляющий контакт металл-полупроводник в равновесии.
19. Выпрямляющий контакт металл-полупроводник в смещении. Диодная и диффузионная теории выпрямления.
20. Контакт металл – полупроводник с омическими свойствами. Способы формирования.

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине (модулю)

Раздел 1. Физические основы твердотельной электроники

1. Влияние температуры на электропроводность полупроводников. Термисторы.
2. Влияние светового облучения на электропроводность полупроводников. Фоторезисторы.
3. П - Р переход в равновесном состоянии.
4. Анализ вольт-амперной характеристики п-р перехода. Идеальная и реальная ВАХ.
5. Ширина и емкость п-р перехода.
6. Физика работы и применение полевых транзисторов с п-р переходом.
7. Пробой п-р перехода. Использование явления пробоя в приборах.
8. Физика работы и применение туннельных диодов.
9. Физика работы и применение диодов Ганна.
10. Принцип действия и устройство биполярного транзистора.
11. Переход металл-полупроводник. Диоды Шоттки.
12. Типы и физические основы работы МДП транзисторов.
13. Параметры и характеристики биполярных и МДП транзисторов, их сравнение.
14. Физические основы работы полупроводниковых фотодиодов и фототранзисторов, их применение.
15. Анализ вольт-амперной характеристики и режимы работы фотодиодов.
16. Светоизлучающие полупроводниковые приборы.
17. Гетеропереходы. Физика работы и применение.
18. Микроэлектроника - основные понятия, классификация микросхем.
19. Активные элементы микросхем.
20. Пассивные элементы микросхем.

Раздел 2. Физические основы вакуумной и плазменной электроники

1. Корпускулярные и волновые свойства электронов.
2. Термоэлектронная эмиссия, анализ уравнения Ричардсона - Дэшмана.
3. Влияние адсорбции атомов и молекул на работу выхода электронов из металла. Пленочные термокатоды.
4. Простые металлические термокатоды. Параметры и выбор материала катода.
5. Полупроводниковые термокатоды. Оксидный катод.

6. Основные закономерности фотоэлектронной эмиссии. Сложные полупроводниковые фотокатоды и их применение в приборах.
7. Основные закономерности вторичной электронной эмиссии. Физика работы и устройство фотоэлектронных умножителей.
8. Автоэлектронная эмиссия и ее применение.
9. Основные допущения и исходные предпосылки теории движения электронов в режиме объемного заряда. Вакуумные диоды.
10. Триоды. Устройство, принцип действия, параметры.
11. Физика работы и параметры тетродов и пентодов.
12. Основные принципы электронной оптики. Сходство и различия электронной и геометрической оптик.
13. Электростатические линзы.
14. Магнитные линзы.
15. Принципы построения и работы электронно-оптических систем.
16. Электростатическое отклонение электронных пучков.
17. Магнитное отклонение электронных пучков.
18. Осциллографические электронно-лучевые трубки - устройство и физика работы.
19. Черно-белые и цветные кинескопы - устройство и физика работы.
20. Передающие электронно-лучевые трубки.
21. Физика работы клистронов.
22. Лампы бегущей и обратной волны.
23. Физические основы работы магнетронов.
24. Типы столкновений электронов с тяжелыми частицами и их количественные характеристики.
25. Процессы образования возбужденных атомов и молекул в условиях разряда.
26. Процессы образования и гибели заряженных частиц в разрядах.
27. Несамостоятельный разряд и его применение в приборах.
28. Пробой разрядного промежутка. Закон Пашена.
29. Тлеющий разряд. Условия возникновения и феноменологическое описание.
30. Анализ процессов, структура и применение в приборах катодных областей разряда.
31. Физика и применение дугового разряда.
32. Физика и применение искрового разряда.
33. Плазма. Основные понятия, параметры, свойства.

Раздел 3. Физические основы оптической электроники

1. Испускание и поглощение излучения при взаимодействии квантовых систем и электромагнитного поля. Коэффициенты Эйнштейна и связь между ними.
2. Инверсная населенность, условия ее возникновения, усиление сигнала в инверсной среде.
3. Форма и ширина спектральных линий.
4. Общее устройство и краткое описание основных элементов лазера.
5. Способы создания инверсной населенности.
6. Условия создания инверсной населенности. Двух, трех и четырех уровневые схемы, их сравнение.
7. Оптические резонаторы.
8. Свойства лазерного излучения (монохроматичность, когерентность, направленность, мощность).
9. Оптоэлектроника. Основные определения. Принципиальные преимущества оптоэлектронных приборов и устройств. Перспективы развития оптоэлектроники.
10. Светодиоды как источники излучения для оптоэлектроники.
11. Инжекционные полупроводниковые лазеры - физические основы работы.

12. Фотоэлектронные приемники излучения - общая характеристика и сравнение приемников различного типа. Фотоприемники на основе фоторезисторов и фотодиоды. Фототранзисторы.
13. Физические основы модуляции лазерного излучения. Оптические модуляторы. Дефлекторы.
14. Оптические световоды и волоконно-оптические кабели. Устройства для ввода и вывода сигнала, оптические разъемы, разветвители, смесители.
15. Структура волоконно-оптической линии связи и краткая характеристика ее основных элементов.
16. Голография, принцип работы голографического устройства для запоминания и хранения информации.
17. Органы зрения человека, их особенности, требования к системам отображения информации с этих позиций.
18. Сравнительная характеристика основных систем отображения информации.
19. Свойства жидких кристаллов и принципы их использования для отображения информации.
20. Жидкокристаллические экраны – структура и особенности. Достоинства и недостатки жидкокристаллических экранов.

Таблица 6

№ коллоквиума	Наименование темы	Код контроля итуемой компетенции (или ее части)	Этапы формирования компетенции; показатели и критерии оценивания результатов обучения
1	Краткая история развития электромагнетизма и электроники. История радио и телевидения. Эпоха Интернета. История создания и развития элементной базы электроники Уравнения Максвелла электромагнитного поля. Взаимодействие заряженных частиц с электромагнитным полем. Уравнение Шредингера и волновая функция электрона в твердом теле. Основы зонной теории твердого тела. Особенности строения твердых тел. Свободные электроны в твердых телах. Зона Бриллюэна и квазиимпульс электрона. Закон дисперсии. Методы расчета зонной структуры. Зонная структура металлов, полупроводников и диэлектриков. Динамика носителей заряда твердых тел в электрических и магнитных полях	ОК-7, ПК-2	Коллоквиум №1 Знать: термины, понятия, методы и принципы физических основ электроники и нанoeлектроники Уметь: оперировать терминами, понятиями, методами и принципами физических основ электроники и нанoeлектроники; решать учебные задачи по образцу. Владеть: терминами, понятиями и методами и принципами физических основ электроники и нанoeлектроники
2	Электропроводность кристаллов. Механизмы рассеяния электронов. Процессы переноса носителей заряда в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Электронно-дырочные переходы. Равновесное и стационарно-неравновесное	ОК-7, ПК-2	Второй этап Знать: фундаментальные уравнения физических основ электроники и

	<p>состояние полупроводника. Термоэлектрические и гальваномангнитные приборы и устройства. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Оптические свойства полупроводников. Фотоэлектрические явления. Сверхпроводимость.</p> <p>Физические основы квантовой и оптической электроники. Принципы работы мазеров и лазеров, инверсия населенностей, методы накачки. Энергетические состояния квантовых систем; квантовые переходы при взаимодействии с электромагнитным излучением. Спонтанное и вынужденное излучение, коэффициенты Эйнштейна; оптические характеристики вещества, соотношения Крамерса-Кронига. Усиление и генерация электромагнитного излучения. Твердотельные лазеры, их особенности и характеристики. Жидкостные лазеры на органических красителях. Полупроводниковые светодиоды и лазеры. Гетеросветодиоды и гетеролазеры. Лазеры на квантовых ямах и квантовых точках.</p>		<p>наноэлектроники</p> <p>Уметь: получать и анализировать фундаментальные уравнения; решать учебные задачи, характерным в производстве изделий электроники и наноэлектроники;</p> <p>Владеть: методами получения и анализа фундаментальных уравнений; методами построения и решения задач физическим основам электроники и наноэлектроники, возникающих в технологии производства материалов и изделий электронной техники;</p>
3	<p>Контакты металл – полупроводник и диэлектрик-полупроводник. Полупроводниковые приборы, основанные на использовании электрических свойств электронно-дырочных переходов и контактов металл - полупроводник. Полупроводниковые диоды.</p> <p>Переходы Джозефсона и сквиды. Биполярные транзисторы и тиристоры. Полевые транзисторы и приборы с зарядовой связью. Силовые полупроводниковые приборы и приборы для работы при экстремальных температурах.</p> <p>Физические основы электронно-эмиссионных методов исследования поверхности твердых тел. Элементарные процессы при взаимодействии электронов, атомных частиц и ионов с твердым телом. Рассеяние электронов на изолированных атомах. Фотоэффект. Вторичная электронная эмиссия. Ионное распыление. Каналирование заряженных частиц в кристаллах.</p>	ОК-7, ПК-2	<p>Коллоквиум №3</p> <p>Знать: методы выявления и рассмотрения естественнонаучной сущности проблем в области наноэлектроники, возникающих при производстве и функционировании изделий электронной техники;</p> <p>Уметь: выявлять и анализировать роль электроники и наноэлектроники и функционирования изделий электронной техники;</p> <p>Владеть: методами описания физических основ электроники и наноэлектроники, представляющих интерес при производстве и эксплуатации приборов и изделий электронной техники</p>

При подготовке к коллоквиумам по дисциплине необходимо использовать соответствующие разделы основной и дополнительной литературы, рекомендованной лектором на первом занятии по дисциплине. Значительную помощь в подготовке к коллоквиуму могут оказать записи (конспекты) лекций, которые проводились во время аудиторных занятий по дисциплине. В конце каждой темы по данной дисциплине студентам предлагаются контрольные вопросы, которые кратко рассматриваются после лекции и более детально разбираются на практических занятиях.

При подготовке к коллоквиумам целесообразно обращаться к интернет ресурсам по данной дисциплине, которые рекомендованы преподавателем в начале изучения дисциплины.

При подготовке к коллоквиуму рекомендуется посещение консультаций, проводимых преподавателем, а также обращение к сайту преподавателя. Студенты через Интернет имеют доступ к учебно-методическим изданиям ведущих вузов России.

Критерии оценивания на коллоквиумах

Во время устного опроса на каждом коллоквиуме студент может получить до 15 баллов. При этом оценивается :

- владение терминами, понятиями, принципами термодинамики дисперсных систем;
- ясность, четкость и доказательность изложения ответов на вопросы;
- системность знаний, умений и навыков по теме.

По итогам устного опроса на коллоквиуме студенту выставляется :

а) 14-15 баллов, если владеет в полном объеме программным материалом, вынесенным на коллоквиум, достаточно глубоко осмысливает тему (раздел), исчерпывающе отвечает на все вопросы, выделяет при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать программный материал, четко формулирует ответы;

б) 12-13 баллов, если владеет учебным материалом, вынесенным на коллоквиум почти в полном объеме (имеются пробелы в знаниях только в некоторых, особенно сложных вопросах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает серьезных ошибок в ответах.

в) 9 – 11 баллов, если владеет основным объемом знаний по темам коллоквиума, проявляет затруднения в самостоятельных ответах, допускает неточные формулировки, в процессе ответа допускает ошибки по существу вопроса.

г) 5-8 баллов, если не освоил обязательный минимум знаний предмета, не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах.

д) если ответы студента по учебным материалам коллоквиума оцениваются количеством баллов менее 4, то студенту выставляется 0 баллов.

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Основные процедуры по оценке знаний, умений и навыков по дисциплине «Физические основы электроники и нанoeлектроники», осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе (БРС) аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета и программ магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им.Х.М.Бербекова (kbsu@mail.ru Локальные нормативные акты КБГУ).

В Положении о БРС определены :

- виды и формы аттестации,
- порядок допуска и прохождения промежуточной аттестации,
- отработка текущей, рубежной, промежуточной аттестации и отчисление из образовательной организации,

- порядок организации, проведения и представления результатов балльно-рейтинговых мероприятий,
- организация контроля проведения балльно-рейтинговых контрольных мероприятий,
- особенности организации и проведения балльно-рейтинговых контрольных мероприятий для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья,
- оформление, учет и хранения нормативной документации.

В приложениях Положения приведены образцы ведомости учета результатов текущего и рубежного контроля успеваемости, а также зачетной и экзаменационной ведомости.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Водовозов А.М. Основы электроники. М.: Инфра-Инженерия, 2016, 140 с. - ЭБС «IPRbooks».
2. Аристов А.В. Физические основы электроники. Сборник задач и примеры их решения. Томск: Томский политехнический университет, 2015, 100 с. – ЭБС «IPRbooks».
3. Зебрев Г.И. Физические основы кремниевой нанoeлектроники Учебное пособие для вузов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 241 с.— ЭБС «IPRbooks»
4. Драгунов В.П. Остертак Д.И.. Микро- и нанoeлектроника Учебное пособие. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012.— 38 с.— ЭБС «IPRbooks»

7.2 Дополнительная литература

1. Розеншер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника, М.: Техносфера, 2004. – 592 с.
2. Зи С. Физика полупроводниковых приборов, в 2-х кн. – М.: Мир, 1984, т.1 – 456 с.; т.2 – 456с.
3. Коледов Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок. – М.: Радио и связь, 1989, 400с.
4. Бреус А. И., Савченко К. И., Сподобаев Ю. М. Электроника. Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2001. – 158 с.
5. Шишкин Г.Г. Приборы квантовой электроники: Учеб. пособие для вузов. – М.: САЙНС-ПРЕСС, 2004. – 80 с.
6. Гуртов, В. А. Твердотельная электроника: учеб. пособие / В. А. Гуртов. – 2-е изд., доп. – М.: Техносфера, 2005. – 408 с.
7. Бурбаева Н. В., Сборник задач по полупроводниковой электронике /Н.В. Бурбаева, Т.С. Днепровская. Физматлит, 2004. 168 с
8. Бурбаева Н.В., Днепровская Т.С.. Сборник задач по полупроводниковой электронике. Физматлит, 2006, 168с
9. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике. Изд. "Наука", Москва, 1988, 335с.
10. Успенский А.В. Сборник задач по квантовой электронике. Изд. "Высшая школа", Москва, 1976, 176 с.
11. Вакуумная и плазменная электроника. Лабораторный практикум. Хамдохов З.М., Хатукаев Х.М., Галачиев С.С. Нальчик 2005 г. Кабардино-Балкарский Государственный Университет.
12. Твердотельная электроника. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Тешев Р.Ш., Хатукаев Х.М.. Нальчик 2005 г. Кабардино-Балкарский государственный университет.

13. Фотоэлектрические полупроводниковые приборы. Лабораторный практикум. Хамдохов З.М., Хатукаев Х.М. . Нальчик 2007 г. Кабардино-Балкарский Государственный Университет.
14. Смирнов А.Г. Квантовая электроника и оптоэлектроника. Изд. “Высшая школа”, Минск, 1987, 196 с.

7.3 Периодические издания

Перечень периодических изданий получаемых библиотекой КБГУ, в которых студент может ознакомиться с современными достижениями в области электроники:

Научные журналы:

1. Успехи физических наук.
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики
3. Физика твердого тела.
4. Журнал технической физики
5. Письма в журнал технической физики

7.4 Интернет-ресурсы

1. <http://www.power-e.ru> – журнал силовая электроника
2. <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/publ/index.htm> – статьи по силовой электронике
3. <http://www.russianelectronics.ru> – портал «Время электроники»
4. <http://www.platan.ru> – каталог электронных компонентов
5. ЭБС IPR books (www/iprbookshop.ru), лицензионный договор №2749/17 от 20.03.2018 г.
6. ЭБС «Консультант студента» (Договор №122 СЛ/09-18 от 17.09.2018 г.)
7. Современные профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Условия доступа
1.	ЭБД РГБ	Электронные версии 885898 полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки	http://www.dis-s.rsl.ru	Авторизованный доступ из библиотеки (к. 112-113)
2.	«Web of Science» (WOS)	Авторитетная политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных, в которой индексируются около 12,5 тыс. журналов	http://www.isiknowledge.com/	Доступ по IP-адресам КБГУ
3.	Sciverse Scopus издательства «Эльзевир. Наука и технологии»	Реферативная и аналитическая база данных, содержащая 21.000 рецензируемых журналов; 100.000 книг; 370 книжный серий (продолжающихся изданий); 6,8 млн. докладов из трудов конференций	http://www.scopus.com	Доступ по IP-адресам КБГУ
4.	Научная электронная	Электронная библиотека научных публикаций - полнотекстовые	http://elibrary.ru	Полный доступ

	библиотека (НЭБ РФФИ)	версии около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тысяч журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций. 2800 российских журналов на безвозмездной основе		
5.	База данных Science Index (РИНЦ)	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	http://elibrary.ru	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ
6.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://нэб.рф	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ

7.5. Методические указания по проведению учебных занятий и организации самостоятельной работы студента.

7.5.1. Методические рекомендации к чтению лекций и организации самостоятельной работы студентов.

Методические рекомендации общего характера по проведению учебных занятий и организации самостоятельной работы студентов достаточно хорошо разработаны многими отечественными и зарубежными авторами, в том числе с учетом компетентностного подхода при организации образовательного процесса, основанного на деятельностей модели подготовки выпускника вуза. Характерной особенностью реализации деятельностной парадигмы образования является уменьшение трудоемкости аудиторной работы и соответствующее повышение трудоемкости самостоятельной работы. Рабочий учебный план для бакалавров по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника» в КБГУ, предусматривает объем контактной работы ~47% от общей трудоемкости дисциплинарной подготовки. По дисциплине «Физические основы электроники и нанoeлектроники», которая включена в указанной выше учебный план, выдерживается этот показатель. В таких условиях имеет место повышение роли, значимости и объемов самостоятельной работы студентов, при изучении данной дисциплины. В то же время учебная (контактная) работа, по-прежнему, должна, безусловно, выполнять системообразующую роль, обеспечивая регулярность и целевую направленность образовательной деятельности по данной дисциплине.

Основными формами организации учебных (аудиторных) занятий по дисциплине «Физические основы электроники и нанoeлектроники» являются лекции и практические занятия.

При подготовке лекционных занятий преподаватель должен определить цели и задачи лекции, разработать план проведения лекции, осуществить подбор литературы (ознакомление с периодическими изданиями по теме лекций), отбор необходимого и достаточного по содержанию учебного материала. Лектор определяет методы, приемы и средства поддержания интереса, внимания, стимулирования творческого мышления студентов.

Лекция должна включать в качестве этапов формулировку темы лекций, перечень вопросов, изложение вводной части, основной части, краткие выводы по каждому рассмотренному вопросу и рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам. Если очередное занятие является продолжением предыдущей лекции, целесообразно кратко сформулировать полученные ранее результаты, необходимые для понимания и усвоения изучаемых вопросов. В заключительной части лекции желательно обобщить наиболее важные и существенные моменты лекции, сделать выводы, а также сформулировать задачи для самостоятельной работы студентов и указать рекомендуемую литературу. Целесообразно также оставить время для ответа на вопросы студентов и возможную дискуссию по изложенному материалу на лекции.

Содержание лекции по данной дисциплине должно соответствовать дидактическим принципам, которые обеспечивают соответствие излагаемого материала научно-методическим основам педагогической деятельности. Основными из них являются целостность, научность, доступность, систематичность и наглядность.

Эффективность лекции может быть повышена за счет рационального использования технических средств. Комплекты технических средств необходимо готовить к каждой лекции заблаговременно, не перегружая ими аудиторию.

Существует классификация лекций по типам и методам их проведения (вводная, установочная, программная, обзорная, итоговая и др.). При изложении программного материала по данной дисциплине на лекциях рекомендуется широкое использование средств информационно-коммуникационных технологии (ИКТ) и аудио-видеотехники. Подготовка видео – лекции состоит в перекодировании, переконструировании учебной информации по теме в визуальную форму для предъявления студентам через технические средства обучения или схемы, рисунки, чертежи.

7.5.2.Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Лабораторные занятия должны обеспечивать формирование, прежде всего, компонентов «уметь» заданных дисциплинарных компетенций. Лабораторные занятия по дисциплине должны быть ориентированы, как правило, на решение типовых (базовых) задач, в будущей профессиональной деятельности с использованием методов, методик, формул, подходов, алгоритмов, моделей и прочих, изложенных на лекциях в материалах, вынесенных на самостоятельную работу.

Лабораторные занятия по дисциплине целесообразно предусмотреть (при наличии возможности) во всех модулях и, как правило, следует непосредственно за изучением лекций теоретическим материалом. При этом они предшествуют выдаче студентам заданий на самостоятельную работу.

По дисциплине «Физические основы электроники и наноэлектроники» одной из главных целей лабораторных занятий является углубление, закрепление и наиболее полное усвоение того материала, который был освещен на лекции или задан для самостоятельного изучения.

В ходе проведения лабораторных занятий преподаватель помогает студентам овладеть научной терминологией, свободно оперировать ею, применять ее при анализе технологических процессов изготовления приборов и устройств в наноинженерии.

Успех лабораторных занятий по дисциплине зависит от качества подготовки к нему преподавателя и студентов. Подготовка к лабораторным занятиям предусматривает составление продуманных планов их проведения с указанием рекомендованной литературы и подбор наглядных пособий.

На лабораторных занятиях преподаватель должен создавать непринужденную обстановку в аудитории и организовать оживленный обмен мнениями, полемику и дискуссию по основным вопросам практических занятий. Необходимо развивать и поощрять активность обучающихся, добиваться их внимательного и критического отношения к выступлению сокурсников.

Активная работа студентов на лабораторных занятиях является одним из показателей хорошей организации таких занятий. При этом очень важно подлинно научное решение на практических занятиях задач, связанных с областью и видам профессиональной деятельности выпускников по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника»

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные и лабораторные занятия проводятся в аудиториях, оснащенных оборудованием, обеспечивающим реализацию интерактивных образовательных технологий, а также сетевым оборудованием, позволяющим реализовать возможности образовательных технологий и технологии оперативного доступа к информационным ресурсам.

По дисциплине «Физические основы электроники и нанoeлектроники» имеется курс видео – лекции, охватывающий все темы, включенные в программу дисциплины.

Перечень программных продуктов включает :

- Продукты MICROSOFT (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription) № V 2123829;
- Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition № лицензии 17E0-180427-050836-287-197;
- Academic MathCAD License
- Архиватор 7z (бесплатное ПО)
- Программа для работы с pdf публикациями Adobe Reader (бесплатное ПО)
- Пакет математического анализа SMATH Studio (бесплатное ПО)
- Система построение графиков SciDAVis (бесплатное ПО)
- Среда разработки виртуальных приборов MyOpenLab (бесплатное ПО)

Система локальной сети КБГУ предоставляет возможность одновременной работы большого количества пользователей как в локальной сети вуза, так и через сеть «Интернет» с соблюдением требований информационной безопасности и ограничением доступа к информации. Электронная информационно – образовательная среда КБГУ позволяет осуществлять работу обучающихся из любой точки доступа, в том числе извне вуза.

Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается: 1) альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих; 2) присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; 3) для инвалидов и лиц с ограниченными возможно-

стями здоровья по слуху - дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины
«Физика конденсированного состояния»
по направлению подготовки 11.03.04 современные информационные технологии в электронике
на 2020 – 2021 учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры физических основ микро- и наноэлектроники,
протокол № _____ от «____» _____ 2020 г.

Заведующий кафедрой _____ / А.А. Шебзухов /