

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный**  
**университет им. Х. М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт информатики, электроники и робототехники**  
**Кафедра электроника и цифровых информационных технологий**

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель образовательной  
программы \_\_\_\_\_ **Тешев Р.Ш.**  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор Института  
\_\_\_\_\_ **Шогенов Б.В.**  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.01.02 «Физические основы электроники и нанoeлектроники»**

Направление подготовки  
**11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

Направленность  
**Современные информационные технологии в электронной технике**

Квалификация выпускника  
**бакалавр**  
Форма обучения  
**Очная**

**2024**

Рабочая программа дисциплины (модуля) «**Физические основы электроники и наноэлектроники**» /сост. Г.В.Дедков – Нальчик: КБГУ, 2024.

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

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **11.03.04 - Электроника и наноэлектроника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «19» 09 2017 г. №927 и зарегистрированного приказом Министерства юстиции Российской Федерации от 10.10.2017 №48494.

## Содержание

|   | стр       |
|---|-----------|
| 1 Цели и задачи освоения дисциплины   | 4         |
| 1.1. Цели освоения дисциплины   | 4         |
| 1.2. Задачи изучения дисциплины   | 6         |
| 2 Место дисциплины в структуре ООП ВО   | 6         |
| 3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины   | 7         |
| 4 Содержание и структура дисциплины   | 9         |
| 4.1 Содержание разделов дисциплины  | 9         |
| 4.2 Структура дисциплины  | 11        |
| 4.2.1 Общая трудоемкость дисциплины   | 11        |
| 4.2.2 Лекционные занятия  | 12        |
| 4.2.3 Практические занятия (семинары)   | 12        |
| 4.2.4 Лабораторные занятия  | 13        |
| 4.2.5 Самостоятельное изучение разделов дисциплины  | 13        |
| 5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации                            | 13        |
| 5.1. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости   | 13        |
| 5.1.1 Коллоквиумы   | 15        |
| 5.1.2 Тестовые задания по дисциплине  | 19        |
| 5.2. Промежуточная аттестация   | 23        |
| 6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности | 26        |
| 7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)   | 29        |
| 7.1 Основная литература   | 29        |
| 7.2 Дополнительная литература.  | 29        |
| 7.3 Периодические издания   | 30        |
| 7.4 Интернет-ресурсы  | 30        |
| 7.5 Методические указания по проведению учебных занятий и организации самостоятельной работы студентов          | 31        |
| 7.5.1 Методические рекомендации к чтению лекции   | 31        |
| 7.5.2 Методические рекомендации по проведению практических занятий  | 33        |
| 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины  | 35        |
| <b>Приложение 1. Лист изменений в рабочей программе дисциплины</b>  | <b>37</b> |

## **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.

**1.1.Цель освоения 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.

### **1.2. Задачи изучения 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.

### **1.3.Выполнение требований профессиональных стандартов**

Изучение дисциплины направлено на подготовку специалистов, способных решать проблемы, возникающие при производстве и эксплуатации изделий электроники и наноэлектроники с учетом области, типов и задач профессиональной деятельности в соответствии с профессиональными студентами :

- 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники», который утвержден приказом Минтруда России от 03.07.2019 №480н и зарегистрирован Минюстом России 29.07.2019 №55439;

- 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», который утвержден приказом Минтруда России от 07.09.2015 №593н (В редакции, введенной в действие с 20.01.2019 г. приказом Минтруда России от 14.12.2018 №807н) и зарегистрирован Минюстом России 23.09.2015 г. №38983

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1.В.01.02 по направлению подготовки 11.03.04 - Электроника и наноэлектроника.

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: «Наноэлектроника», «Основы проектирования электронной компонентной базы», «Основы технологии электронной компонентной базы», «Материалы и компоненты наноэлектроники», «Элементы и приборы наноэлектроники», «Схемотехника», а также программы магистерской подготовки по направлению –Электроника и наноэлектроника.

При освоении дисциплины обучающийся сможет частично продемонстрировать следующие обобщенные трудовые функции (ОТФ):

- Разработка единичных технологических процессов и рекомендаций по устранению и предупреждению браков в производстве изделий микроэлектроники (профессиональный стандарт 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники», код В, уровень квалификации 6).

- Разработка типовых технологических процессов и планировок рабочих мест и производственных участков на производстве изделий микроэлектроники (профессиональный стандарт 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники», код С, уровень квалификации -6).

- Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», код С, уровень квалификации -6) .

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций : **ПК-1.**Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

| Категория компетенции/<br>тип задач                              | Код и наименование компетенции  | Индикаторы (показатели) достижения компетенций   |
|--|---|--|
| Тип задач профессиональной деятельности: научноисследовательский | <b>ПК-1.</b> Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | <b>ПКС-Б.1.1.</b> Способен строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков<br><b>ПКС-Б.1.2.</b> Способен пользоваться методами компьютерного моделирования |

Формирование профессиональной (рекомендованной) компетенции ПК-1 осуществляется в соответствии с профессиональными стандартами и ориентирована на выполнение обобщенных трудовых функций (ОТФ) и трудовых функций (ТФ), указанных ниже.

| Профессиональная компетенция  | Профессиональный стандарт   | Обобщенная трудовая функция   | Трудовая функция  |
|---|---|---|---|
| <b>ПК-1.</b> Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники»                              | В.Разработка единичных технологических процессов и рекомендаций по устранению и предупреждению брака в производстве изделий микроэлектроники  | В/01.6 . Анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и разработка рекомендаций по их устранению и предупреждению  |
|   |   | С.Разработка типовых технологических процессов и планировок рабочих мест и производственных участков на производстве изделий микроэлектроники | В/01.6 .Разработка единичных технологических процессов изготовления изделий микроэлектроники  |
|   |   |   | С/01.6 . Разработка и адаптация типовых технологических процессов изготовления изделий микроэлектроники   |
|   | 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур» | С. Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур                                       | С/02.6 . Разработка планировок рабочих мест и участков на производстве изделий микроэлектроники<br>С/01.6. Модернизация существующих и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур. |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  |  |  | С/02.6 . Модернизация существующих и внедрение новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур |
|--|--|--|---|

**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**

Таблица 1

| № раз-дела | Тема | Код контро-лируем ой 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  | ПК-1 | Коллоквиум №1, компьютерное тестирование (I) |
| 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  | ПК-1 |  |
| 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.  | ПК-1 | Коллоквиум №2, компьютерное тестирование     |
| 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-эффекты. Биполярные транзисторы и тиристоры. Полевые транзисторы и приборы с зарядовой связью. Силовые полупроводниковые приборы и приборы для работы при экстремальных температурах.   | ПК-1 |  |
| 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. | ПК-1 | Коллоквиум №3, компьютерное тестирование     |
| 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.  | ПК-1 |  |

#### 4.2. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 ЗЕ (144ч.)

Таблица 2

| Вид работы                       | Трудоемкость, часов |       |
|----------------------------------|---------------------|-------|
|                                  | 6 семестр           | всего |
| Общая трудоемкость (в часах)     | 144                 | 144   |
| Контактная работа (в часах)      | 68                  | 68    |
| Лекционные занятия (Л)           | 34                  | 34    |
| Практические занятия (ПЗ)        | 34                  | 34    |
| Семинарские занятия (СЗ)         | -                   | -     |
| Лабораторные работы (ЛР)         | -                   | -     |
| Самостоятельная работа (в часах) | 49                  | 49    |

| Вид работы  | Трудоемкость, часов |         |
|---|---------------------|---------|
| Расчетно-графическое задание (РГЗ)                | -                   | -       |
| Реферат (Р)                                       | -                   | -       |
| Эссе (Э)  | -                   | -       |
| Контрольная работа (К)                            | -                   | -       |
| Самостоятельное изучение разделов/тем             |                     |         |
| Курсовая работа (КР)                              | -                   | -       |
| Курсовой проект (КП)                              | -                   | -       |
| Подготовка и прохождение промежуточной аттестации | 27                  | 27      |
| Вид про промежуточной аттестации                  | Экзамен             | Экзамен |

#### 4.2.2 Лекционные занятия

| № | Тема   |
|---|--|
| 1 | Краткая история развития электромагнетизма и электроники. История радио и телевидения. Эпоха Интернета. История создания и развития элементной базы электроники  |
| 2 | 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  |
| 3 | 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.  |
| 4 | 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 скивды. Биполярные транзисторы и тиристоры. Полевые транзисторы и приборы с зарядовой связью. Силовые полупроводниковые приборы и приборы для работы при экстремальных температурах.   |
| 5 | 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. |
| 6 | 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.  |

#### 4.2.3. Практические занятия (семинары) (ПК-2)

Таблица 3

| № | Тема  |
|---|---|
| 1 | 2   |
| 1 | Исследование термоэлектрических свойств полупроводниковых материалов                                  |
| 2 | Определение концентрации носителей заряда в полупроводниках   |
| 3 | Определение оптической ширины запрещенной зоны по спектральным зависимостям поглощения полупроводника |



|   |   |
|---|---|
| 4 | Определение диффузионной длины неосновных носителей заряда                          |
| 5 | Измерение дрейфовой подвижности неосновных носителей заряда                         |
| 6 | Исследование параметров полупроводниковых приборов в программной оболочке Workbench |
| 7 | Исследование фоторезисторов   |
| 8 | Исследование светоизлучающих диодов   |
| 9 | Исследование характеристик вакуумного триода  |

#### 4.2.4. Лабораторные работы - (не предусмотрены по учебному плану)

#### 4.2.5. 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

| № | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение   |
|---|--|
| 1 | Оптоэлектронные полупроводниковые приборы.<br>Термоэлектрические и гальваноманетные приборы и устройства.<br>Силовые полупроводниковые приборы и приборы для работы при экстремальных температурах.<br>Полупроводниковые приборы микроэлектроники и нанoeлектроники.<br>Физические ограничения микроминиатюризации интегральных элементов.<br>Перспективные направления развития нанoeлектронных приборов и устройств. |
| 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..  |

### 5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

#### 5.1. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения программного материала и промежуточная аттестация студентов, изучающих курс «**Физические основы электроники и нанoeлектроники**» осуществляется в рамках балльно-рейтинговой системы обучающихся, разработанной и внедренной в практику деятельности КБГУ. Положение о балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся в КБГУ размещено на сайте [kbsu.@mail.ru](mailto:kbsu.@mail.ru) Локальные нормативные акты КБГУ. Тестовые задания по дисциплине «**Физические основы электроники и нанoeлектроники**» находятся на сайте [open.kbsu.ru](http://open.kbsu.ru) по адресу <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=4295/>

Основными целями балльно-рейтинговой системы аттестации являются:

- стимулирование систематической контактной и самостоятельной работы студентов;
- снижение роли субъективных факторов в процессе проведения аттестационных мероприятий;
- повышение состязательности в образовательном процессе;

- определение рейтинга студента в соответствии с его достижениями;
- обеспечение систематического контроля качества обучения в соответствии с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

Балльно-рейтинговая система аттестации студентов предусматривает проведение контрольных мероприятий по логически завершенным блокам, циклам, разделам, а также промежуточная аттестация в форме экзамена и/или зачета (дифференцированного зачета).

По дисциплине «**Физические основы электроники и нанoeлектроники**» проводятся балльно-рейтинговые контрольные мероприятия, включающие проведение коллоквиума в устной форме и компьютерные тестирование студентов. В рамках балльно-рейтинговых системах аттестации студентов предусмотрены меры, стимулирующие посещения занятий студентами. Оценка успешности освоения программного материала студентами проводится по многобальной шкале (100 б.)

Для определения качества освоения обучающимися учебного материала по дисциплине используются следующие оценочные средства, приведенные ниже.

| № п/п | Оценочные средства               | Краткая характеристика оценочного средства   | Представление оценочного средства в фонде  |
|-------|----------------------------------|--|--|
| 1     | Коллоквиум                       | Средства контроля усвоения учебного материала темы (дидактической единицы), организованное как учебное занятие в виде собеседование преподавателя с обучающимися | Вопросы по темам   |
| 2     | Тест                             | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося  | Фонд тестовых заданий размещены на образовательном портале КБГУ<br><a href="http://open.kbsu.ru/moodele/course/view.php?id=4295/">http://open.kbsu.ru/moodele/course/view.php?id=4295/</a> |
|       | Мотивация (личностное отношение) | Целевая подборка данных, характеризующих учебную активность и мотивацию обучающихся  |  |

### 5.1.1. Коллоквиумы

В течение семестра проводятся три коллоквиума. Вопросы, выносимые на коллоквиумы приведены ниже.

Таблица 5

| № коллоквиума | № темы | тема   | Компетенции (шифр) | Этапы формирования компетенции; показатели и критерии оценивания результатов обучения  |
|---------------|--------|--|--------------------|--|
| 1             | 1      | Структура и симметрия твердых тел. Дифракционные методы и межатомная связь | ПК-1               | <b>Первый этап</b><br><b>Знать:</b> термины, понятия, методы и принципы физических основ электроники и нанoeлектроники<br><b>Уметь:</b> оперировать терминами, понятиями, методами и принципами физических основ электроники и нанoeлектроники решать учебные задачи по образцу.<br><b>Владеть:</b> терминами, понятиями и методами и принципами физиче- |

|   |   |  |      |  |
|---|---|--|------|--|
|   |   |  |      | ских основ электроники и нано-электроники  |
| 2 | 2 | Статическое и динамическое описание атом-атомных взаимодействий в конденсированных телах. Механические и тепловые свойства | ПК-1 | <p><b>Второй этап</b></p> <p><b>Знать:</b> фундаментальные уравнения физических основ электроники и наноэлектроники</p> <p><b>Уметь:</b> получать и анализировать фундаментальные уравнения по физическим основам электроники и наноэлектроники; решать учебные задачи по физическим основам электроники и наноэлектроники;</p> <p><b>Владеть:</b> методами получения и анализа фундаментальных уравнений; методами построения и решения модельных задач физических основ электроники и наноэлектроники, возникающих в технологии производства материалов и изделий электронной техники; стандартными программными средствами компьютерного по физическим основам электроники и наноэлектроники.</p> |
| 3 | 3 | Электронные свойства. Диэлектрики, металлы, полупроводники   | ПК-1 | <p><b>Третий этап</b></p> <p><b>Знать:</b> методы выявления и рассмотрения естественнонаучной сущности проблем в области наноразмерных эффектов, возникающих при производстве и функционировании изделий электронной техники;</p> <p><b>Уметь:</b> выявлять и анализировать роль основы электроники и наноэлектроники;</p> <p><b>Владеть:</b> методами описания физических основ электроники и наноэлектроники при производстве и эксплуатации приборов и изделий электронной техники</p>  |

### Методические рекомендации по подготовке к коллоквиумам

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 разби-

раются на практических занятиях. При подготовке к очередному коллоквиуму целесообразно обращаться к этим контрольным вопросам.

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 в ведущих вузах 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.

#### **5.1.2 Тестовые задания по дисциплине**

В течение семестра трижды проводится компьютерное тестирование студентов (через каждого 1/3 семестра). На тестирование выносятся основные вопросы, рассмотренные за отчетный период. Тестовые задания в полном объеме по дисциплине размещены по адресу <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=4295/>

#### **Методические рекомендации по подготовке к тестированию**

Основные рекомендации, изложенные выше для подготовки к коллоквиумам, остаются в силе и для подготовки к тестированию (использование рекомендуемой литературы, конспектов лекции, методические указания, интернет-ресурсы, консультации у преподавателя и др.).

Студентам, изучающим данный курс, предоставляется возможность многократного решения тестовых заданий и получить оценку уровня своих знаний. В течение семестра студенты трижды тестируются по дисциплине (через каждые 1/3 семестра). Студенты имеют возможность, после процедуры регистрации, пройти онлайн - тестирование, в том числе в режиме самоконтроля.

#### **Критерии формирования оценок (баллов) по тестовым заданиям.**

По результатам каждого тестирования студент может получить до 5 баллов (всего 15 баллов в течение семестра).

При этом студенту выставляется:

- 5 баллов при правильном выполнении 91-100% от общего числа тестовых заданий,
- 4 балла при 81-90%
- 3 балла при 61-80%
- 2 балла при 36-60%

При количестве правильных решений меньше 36% от общего числа тестовых заданий студент не получает баллов.

#### **Критерии оценивания мотивации (личностного отношения)**

В течение семестра трижды (через каждое треть семестра) проводится оценивание мотивации (личностного отношения) обучающегося к освоению программного материала по дисциплине. При этом студент может получить соответственно 3,3 и 4 баллов (всего 10 баллов за семестр). Баллы выставляются преподавателем с учетом учебной активности обучающегося, в том числе своевременного выполнения контрольных мероприятий, по итогам контактной работы с преподавателем, представление рефератов, эссе и других материалов преподавателю.

После каждого этапа (всего 3) балльно-рейтинговой аттестации преподаватель принимает решение о выставлении указанных баллов (3,3 и 4 по принципу зачтено - незачтено без перехода к меньшим цифрам).

### **5.2.Промежуточная аттестация**

#### **Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен по дисциплине (модуля) (контролируемые компетенции ПК-1)**

##### **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 n-р перехода. Идеальная и реальная ВАХ.
5. Ширина и емкость n-р перехода.
6. Физика работы и применение полевых транзисторов с n-р переходом.
7. Пробой n-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.

#### **Методические рекомендации по подготовке к процедуре осуществления промежуточной аттестации.**

В КБГУ действует балльно-рейтинговая система аттестации студентов. Оценка успешности освоения программ по дисциплинам осуществляется в ходе текущего (в том числе рубежного контроля), а также промежуточной (сессионной) аттестации. В ходе текущей аттестации (выполнение индивидуальных контрольных заданий, тестирование, коллоквиумы и др.) проводится контроль усвоения программного материала по темам, разделам и совокупности вопросов по дисциплине. Во время такой аттестации преподаватель оценивает в какой мере обучающийся изучил запланированную к проверке часть программы по дисциплине и насколько детально знает постановку задачи (вопроса), намеченный план решения этой задачи, вывод основных соотношений (формул, уравнений) и может проводить их анализ.

На экзамене, предусмотренный рабочим учебным планом и проводимый в соответствии с календарным графиком во время сессии, проверяется сформированность знаний интегрального характера по дисциплине в целом. Такой подход в проведении экзамена (промежуточной аттестации) требует соответствующей формулировки вопросов, выносимых на экзамен. На промежуточную аттестацию в форме экзамена в КБГУ отводится 30 баллов из 100 возможных баллов по дисциплине в семестре.

#### **Критерии оценивания на экзамене**

По итогам экзамена студенту, из максимального количества баллов, которое составляет 30, выставляется:

1) от 27 до 30 баллов, если владеет программным материалом по дисциплине в полном объеме; достаточно глубоко осмысливает дисциплину, исчерпывающе отвечает на все вопросы; умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы;

2) от 24 до 26 баллов, если владеет программным материалом почти в полном объеме (имеются пробелы только в некоторых особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенные, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах;

3) от 15 до 23 баллов, если владеет основным объемом программного материала по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускает ошибки по существу вопросов.

В случаях, когда обучающийся не освоил обязательный минимум программного материала по дисциплине, не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах, 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 наноэлектроники», 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](mailto: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.

**Таблица 7**

**Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**

| Результаты обучения (компетенции)  | Основные показатели оценки результатов обучения  | Вид оценочного материала   |
|--|--|--|
| <b>ПК-1</b><br>Способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | <b>Знать:</b><br>Фундаментальные уравнения физических основ электроники и нанoeлектроники для описания (моделирования) процессов, возникающих при производстве и эксплуатации изделий электроники и нанoeлектроники.<br><b>Уметь:</b><br>Использовать фундаментальные уравнения физических основ электроники и нанoeлектроники для моделирования процессов, возникающих при производстве и эксплуатации изделий электроники и нанoeлектроники<br><b>Владеть:</b><br>Достижениями по физическим основам электроники и нанoeлектроники для моделирования (в том числе компьютерного) процессов при производстве и эксплуатации изделий электроники и нанoeлектроники | Оценочные материалы для проведения коллоквиума(раздел 5.1.1, тестовые задания раздел 5.1.2). |

Основными этапами формирования компетенций при изучении студентами дисциплины является последовательное формирование результатов обучения по дисциплине. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций обучающимися . В Приложении 2 приведены критерии



оценки качества освоения дисциплины и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

## **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](http://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 <b>885898</b> полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки  | <a href="http://www.diss.rsl.ru">http://www.diss.rsl.ru</a>             | Авторизованный доступ из библиотеки (к. 112-113)   |
| 2.    | «Web of Science» (WOS)                                      | Авторитетная политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных, в которой индексируются около <b>12,5 тыс.</b> журналов   | <a href="http://www.isiknowledge.com/">http://www.isiknowledge.com/</a> | Доступ по IP-адресам КБГУ  |
| 3.    | Sciverse Scopus издательства «Эльзевир. Наука и технологии» | Реферативная и аналитическая база данных, содержащая<br>21.000 рецензируемых журналов;<br>100.000 книг; 370 книжный серий (продолжающихся изданий);<br>6,8 млн. докладов из трудов конференций  | <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>               | Доступ по IP-адресам КБГУ  |
| 4.    | Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)                   | Электронная библиотека научных публикаций - полнотекстовые версии около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тысяч журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций.<br>2800 российских журналов на безвозмездной основе | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>                     | Полный доступ  |
| 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.   | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>                     | 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  | <a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>                             | 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 деятельности 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. Целесообразной 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 проведению практических занятий.**

Практические занятия должны обеспечивать формирование, прежде всего, компонентов «уметь» заданных дисциплинарных компетенций. Практические занятия по дисциплине должны быть ориентированы, как правило, на решение типовых (базовых) задач, в будущей профессиональной деятельности с использованием методов, методик, формул, подходов, ал-

горитмов, моделей и прочих, изложенных на лекциях в материалах, вынесенных на самостоятельную работу.

Практические 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 нанoeлектроники» одной из главных целей практических занятий является углубление, закрепление и наиболее полное усвоение того материала, который был освещен на лекции или задан для самостоятельного изучения.

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

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

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

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Лекционные и практические 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 модули, 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 возможностями 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 (модуля)  
«Физические основы электроники и наноэлектроники»  
по направлению подготовки «Электроника наноэлектроника»  
(Современные информационные технологии в электронной технике)  
202\_\_-202\_\_уч.г.

| №<br>п/п | Элемент (пункт) РПД | Перечень выносимых изменений (дополнений) | Примечание |
|----------|---------------------|---|------------|
|          |                     |   |            |
|          |                     |   |            |
|          |                     |   |            |
|          |                     |   |            |
|          |                     |   |            |
|          |                     |   |            |

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры электроники и цифровых информационных технологий протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_\_\_ г.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Тешев Р.Ш.

### **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 нанoeлектроники» 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 нанoeинженерии.

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 инфор-

мации. 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 возможностями 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**  
**электронной технике**  
**на 20\_\_ – 20\_\_ учебный год**

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

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры  
физических основ микро- и наноэлектроники,  
 протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

**Заведующий кафедрой** \_\_\_\_\_ / Р.Ш.Тешев/