

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт электроники, робототехники и искусственного интеллекта
Кафедра электроники и цифровых информационных технологий**

СОГЛАСОВАНО


Руководитель образовательной
программы

 Р.Ш. Тешев

« 12 » февраля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института ЭР и ИИ

 З.В. Шомахов

« 12 » февраля 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.О.17.02 «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРО- И
НАНОЭЛЕКТРОНИКИ»**

Специальность

11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Специализация:

Радиоэлектронные системы передачи информации

Квалификация выпускника

Инженер

Форма обучения

Очная

Нальчик 2025

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины, относящейся к обязательной части блока 1 студентам специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» в 4 семестре.

Рабочая программа дисциплины «Физические основы микро- и наноэлектроники» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «9» февраля 2018 г. №94.

Составитель _____ **А.А. Канаметов**

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
3. Требования к результатам освоения дисциплины
4. Содержание и структура дисциплины
5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины
8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Основная цель курса “Физические основы микро- и нанoeлектроники” - формирование глубокого и целостного представления о физике электронных приборов и устройств, а так же о физических явлениях, используемых для создания устройств современной электроники.

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.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана по специальности **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**, специализация: «Радиоэлектронные системы передачи информации».

Для изучения дисциплины необходимо изучение: модуля "Математика" и модуля "Физика".

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы и изучении дисциплин: «Радиоавтоматика», «Радиоматериалы и радиокомпоненты», «Устройства генерирования и формирование сигналов», «Основы конструирования и технология производства РЭС», «Устройства функциональной электроники в радиоэлектронных системах и комплексах», «Оптоэлектронные приборы и устройства», «Цифровые устройства и микропроцессоры», «Основы лазерных систем передачи информации», а также программ преддипломной и научно-исследовательской практик по специальности Радиоэлектронные системы передачи информации.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Таблица 1

Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУН)
--------------------------------	-----------------------	---

<p>ОПК-1 Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.</p>	<p>ОПК-1.1. Способен использовать рационалистический подход к изучению предметов и явлений в конкретных областях науки.</p>	<p>Знать фундаментальные законы природы и основные физические математические законы.</p>
	<p>ОПК-1.2. Способен выбирать и объединять полученные знания в целостную систему.</p>	<p>Уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.</p>
	<p>ОПК-1.3. Способен использовать методы и процедуры для обоснования решений практических задач.</p>	<p>Владеть навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.</p>
<p>ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения.</p>	<p>ОПК-2.1. Способен оперировать научными фактами, опираясь на законы логики.</p>	<p>Знать современное состояние области профессиональной деятельности</p>
	<p>ОПК-2.2. Способен осознанно выбирать методы и средства изучения объектов и проблем.</p>	<p>Уметь искать и представлять актуальную информацию о состоянии предметной области</p>
	<p>ОПК-2.3 Способен применять современные достижения компьютерных технологий для решения практических задач.</p>	<p>Владеть навыками работы за персональным компьютером, в т.ч. пакетами прикладных программ для разработки и представления документации.</p>

4. Содержание и структура дисциплины

Таблица 2

№ разд	Наименование раздела	Темы	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства

1	Введение	Краткая история развития электромагнетизма и электроники. История радио и телевидения. Эпоха Интернета. История создания и развития элементной базы электроники	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	ЛР, К, Т
1	Основы теории твердого тела	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	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	
2	Электрофизические и оптические свойства твердого тела. Явления в контактах разнородных тел.	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.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	ЛР, К, Т
3	Свойства различных типов электронно-дырочных переходов	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 сквиды. Биполярные транзисторы и тиристоры. Полевые транзисторы и приборы с	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	

		зарядовой связью. Силовые полупроводниковые приборы и приборы для работы при экстремальных температурах.		
4	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.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	ЛР, К, Т
5	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.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	

В графе 5 приводятся оценочные средства: выполнение и защита лабораторной работы (ЛР), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

Структура дисциплины

Таблица 3.

Вид работы	Трудоемкость дисциплины	
	ОФО	
	4 семестр	
Общая трудоемкость (в часах)	144	
Контактная работа (в часах):	72	
<i>Лекционные занятия (Л)</i>	36	
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	18	
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	18	
Самостоятельная работа, в том числе контактная внеаудиторная работа:	45	
Самоподготовка к занятиям	20	

Вид работы	Трудоемкость дисциплины
	ОФО
	4 семестр
Самостоятельное изучение разделов/тем	25
Курсовой проект (КП)	-
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27
Вид промежуточной аттестации	экзамен

Лекционные занятия

Таблица 4.

№	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.
3	Основы зонной теории твердого тела. Особенности строения твердых тел. Свободные электроны в твердых телах. Зона Бриллюэна и квазиимпульс электрона. Закон дисперсии.
4	Методы расчета зонной структуры. Зонная структура металлов, полупроводников и диэлектриков. Динамика носителей заряда твердых тел в электрических и магнитных полях
5	Электропроводность кристаллов. Механизмы рассеяния электронов. Процессы переноса носителей заряда в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
6	Электронно-дырочные переходы. Равновесное и стационарно-неравновесное состояние полупроводника.
7	Термоэлектрические и гальваномагнитные приборы и устройства. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Оптические свойства полупроводников. Фотоэлектрические явления.
8	Сверхпроводимость. Электрофизические свойства сверхпроводящих переходов. Переходы Джозефсона и сквиды.
9	Контакты металл – полупроводник и диэлектрик-полупроводник. Полупроводниковые приборы, основанные на использовании электрических свойств электронно-дырочных переходов и контактов металл - полупроводник. Полупроводниковые диоды.
10	Биполярные транзисторы и тиристоры. Полевые транзисторы и приборы с зарядовой связью. Силовые полупроводниковые приборы и приборы для работы при экстремальных температурах.
11	Принципы работы мазеров и лазеров, инверсия населенностей, методы накачки. Энергетические состояния квантовых систем; квантовые переходы при взаимодействии с электромагнитным излучением.

12	Спонтанное и вынужденное излучение, коэффициенты Эйнштейна; оптические характеристики вещества, соотношения Крамерса-Кронига. Усиление и генерация электромагнитного излучения.
13	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
14	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.
15	Фотоэффект. Вторичная электронная эмиссия. Ионное распыление. Каналирование заряженных частиц в кристаллах.

Лабораторные занятия

Таблица 5.

№	Наименование лабораторных работ
1	Изучение влияния температуры на проводящие свойства металлов и полупроводников.
2	Изучение термоэлектрических эффектов Зеебека и Пельтье.
3	Исследование характеристик полупроводникового р-п – перехода.
4	Исследование характеристик перехода металл – полупроводник.
5	Исследование излучательных явлений в полупроводниковом р-п – переходе на примере светодиода.

Практические занятия

Таблица 6.

№	Наименование лабораторных работ
1	Расчет распределения электронной плотности в наноразмерном канале моп-структуры.
2	Расчет вольт-амперной характеристики моп-структуры с наноразмерным каналом.
3	Расчет выходной электрической характеристики двухбарьерной одноэлектронной структуры.
4	Расчет выходной электрической характеристики квантового кольцевого интерферометра.

Курсовая работа
Не предусмотрена

Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 6

№	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Оптоэлектронные полупроводниковые приборы.
2	Силовые полупроводниковые приборы и приборы для работы при экстремальных температурах.
3	Термоэлектрические и гальваномагнитные приборы и устройства.
4	Физические ограничения микроминиатюризации интегральных элементов. Перспективные направления развития наноэлектронных приборов и устройств.
5	Основные узлы микроволновых электронных приборов. Вакуумные микроволновые приборы. Принцип действия и классификация.
6	Приборы с квазистатическим управлением. Приборы с динамическим управлением – клистроны, лампы бегущей и обратной волны, приборы со скрещенными полями, гирорезонансные приборы.

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

Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Таблица 7.

Результаты обучения	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Знает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы. и прикладного характера.	Устный опрос Выполнение лабораторных работ, задания к практическим работам, Тестирование, вопросы на зачет
	Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического	
	Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.	
Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять	Знает современное состояние области профессиональной деятельности	Устный опрос Выполнение лабораторных работ, задания к практическим работам, Тестирование, вопросы
	Умеет искать и представлять актуальную информацию о состоянии предметной области	

соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения	Владеет навыками работы за персональным компьютером, в т.ч. пакетами прикладных программ для разработки и представления документации.	на зачет
---	---	----------

**Шкала оценивания планируемых результатов обучения.
Текущий контроль.**

Оценка результатов текущей успеваемости в рамках контрольных точек осуществляется посредством 70-балльной системы, при этом за добросовестное посещение занятий обучающийся может набрать до 10 баллов, за качественное прохождение оценочных мероприятий - до 60 баллов.

Карта распределения рейтинговых баллов в рамках текущего контроля

Таблица 8

№	Оценочное средство	Форма проведения	Порядок проведения	Максимальное количество баллов	Критерии оценивания
1	Лабораторная работа №1 «Изучение влияния температуры на проводящие свойства металлов и полупроводников».	письменная	Работа включает в себя два задания, выполняется студентами попарно.	4	4- все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 3 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
2	Лабораторная работа №2 «Изучение термоэлектрических эффектов Зеебека и	письменная	Работа включает в себя два задания,	5	5- все задания выполнены верно, выводы по работе

	Пельтье».		выполняется студентами попарно.		обоснованы; 4 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 2 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
3	Лабораторная работа №3 «Исследование характеристик полупроводникового р-п - перехода».	письменная	Работа включает в себя два задания, выполняется студентами попарно.	5	5- все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 4 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 2 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
4	Лабораторная работа №4 «Исследование характеристик перехода металл – полупроводник».	письменная	Работа включает в себя два задания,	5	5- все задания выполнены верно, выводы по работе

			выполняется студентами попарно.		обоснованы; 4 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 2 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
5	Лабораторная работа №5 «Исследование излучательных явлений в полупроводниковом p-n – переходе на примере светодиода».	письменная	Работа включает в себя два задания, выполняется студентами попарно.	4	4- все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 3 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно
6	Практическая работа №1 «Расчет распределения электронной плотности в наноразмерном канале моп-структуры».	письменная	Работа включает в себя одно задание,	4	4- задание выполнено верно, выводы по работе

			выполняется каждым студентом индивидуально.		обоснованы; 3 - задание выполнено верно, выводы по работе некорректны; 1 – задание выполнено частично верно, выводы содержат ошибки. 0 – задание не выполнено или выполнено неверно
7	Практическая работа №2 «Расчет вольт-амперной характеристики МОП- структуры с наноразмерным каналом».	письменная	Работа включает в себя два задания, выполняется студентами попарно.	5	5- задание выполнено верно, выводы по работе обоснованы; 4 - задание выполнено верно, выводы по работе некорректны; 2– задание выполнено частично верно, выводы содержат ошибки. 0 – задание не выполнено или выполнено неверно
8	Практическая работа №3 «Расчет выходной электрической характеристики двухбарьерной одноэлектронной структуры».	письменная	Работа включает в себя два задания, выполняется студентами попарно.	4	4- задание выполнено верно, выводы по работе обоснованы; 3 - задание выполнено верно, выводы по работе некорректны; 1 – задание выполнено

					частично верно, выводы содержат ошибки. 0 – задание не выполнено или выполнено неверно
9	Практическая работа №4 «Расчет выходной электрической характеристики квантового кольцевого интерферометра».	письменная	Работа включает в себя два задания, выполняется студентами попарно.	4	4- задание выполнено верно, выводы по работе обоснованы; 3 - задание выполнено верно, выводы по работе некорректны; 1 – задание выполнено частично верно, выводы содержат ошибки. 0 – задание не выполнено или выполнено неверно
10	Тесты по 1 контрольной точке	с применением ДТ	Студент проходит компьютерное тестирование в ЭИОС.	5	Количество баллов пропорционально количеству правильных ответов
11	Тесты по 2 контрольной точке	с применением ДТ	Студент проходит компьютерное тестирование в ЭИОС.	5	Количество баллов пропорционально количеству правильных ответов
12	Коллоквиум по контрольной точке	1 письменная	Студенты отвечают письменно на вопросы коллоквиума	5	5 – ответы полные, точные, демонстрируют глубокое понимание темы, аргументация логична; 4 – ответы в

				<p>основном правильные, но содержат незначительные ошибки;</p> <p>3- ответы недостаточно полные;</p> <p>2 – ответы частичные, содержат ошибки или требуют наводящих вопросов;</p> <p>1-ответы не на все вопросы, частичные.</p> <p>0 – ответы отсутствуют или полностью неверные.</p>
13	Коллоквиум по 2 контрольной точке	письменная	Студенты отвечают письменно на вопросы коллоквиума	<p>5 – ответы полные, точные, демонстрируют глубокое понимание темы, аргументация логична;</p> <p>4 – ответы в основном правильные, но содержат незначительные ошибки;</p> <p>3- ответы недостаточно полные;</p> <p>2 – ответы частичные, содержат ошибки или требуют наводящих вопросов;</p> <p>1-ответы не на все вопросы, частичные.</p>

					0 – ответы отсутствуют или полностью неверные.
	Итого:			60	

Промежуточная аттестация

Полный перечень оценочных средств промежуточной содержится в фонде оценочных средств.

Карта распределения баллов в рамках промежуточной аттестации

Таблица 9.

№	Оценочное средство	Форма проведения	Порядок проведения	Максимальное количество баллов	Критерии оценивания
1	Экзаменационный билет	Устный опрос	Билет содержит 2 теоретических вопроса. На теоретические вопросы студент должен ответить устно.	Теоретические вопросы – 30 баллов.	Критерии оценивания теоретических вопросов: 25 до 30 баллов: Глубокий уровень владения материалом, точное знание ключевых концепций, способность анализировать и интерпретировать факты, грамотно строить высказывания, привести примеры, свободно оперировать терминологией. От 19 до 24 баллов: Базовое владение предметом, умение последовательно раскрыть основную мысль вопроса, грамотное применение

				<p>терминов, наличие существенных элементов анализа и обобщений, но недостаточное развертывание или отдельные неточности.</p> <p>От 13 до 18 баллов: Частичное освоение материала, попытка объяснить основной смысл вопроса, использование некоторых базовых терминов, но отсутствие глубокого понимания сложных моментов, логические недостатки изложения, отсутствие выводов.</p> <p>От 7 до 12 баллов: Ошибочные представления, слабо выраженное владение основными понятиями, значительные затруднения в интерпретации вопросов, существенные фактологические ошибки, отсутствие обоснованных выводов и примеров.</p> <p>От 0 до 6 баллов: Полное непонимание темы, неспособность сформулировать адекватный ответ, грубые ошибки,</p>
--	--	--	--	---

					несоответствие требованиям задания.
--	--	--	--	--	-------------------------------------

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

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 наноэлектроники Учебное пособие для вузов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 241 с.— ЭБС «IPRbooks»
4. Драгунов В.П. Остертак Д.И.. Микро- и наноэлектроника Учебное пособие. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012.— 38 с.— ЭБС «IPRbooks»

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.

Периодические издания

1. Журнал «Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования» (Россия)
2. Международный журнал «SurfaceScience» (Голландия).
3. Коллоидный журнал (Россия).
4. Физика твердого тела (Россия)

Интернет-ресурсы

1. <http://lib.kbsu.ru/>- БиблиотекаКБГУ.

Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Таблица 10.

№п /п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
РЕСУРСЫ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ					
1.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	http://www.studmedlib.ru http://www.medcollegelib.ru	ООО «Консультант студента» (г. Москва) Договор №54КСЛ/08-2024 от 17.09.2024 г. Активен по 30.09.2025г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
2.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. BooksinEnglish (книги на английском	http://www.studmedlib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №01ДКС/04-2025 от 22.04.2025	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

		языке)»		г. Активен по 23.04.2025г.	
3.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №62/ЕП-223 от 11.02.2025 г. Активен по 14.02.2026г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	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://rusneb.ru/	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/16 66-п от 10.09.2020г. Бессрочный	Авторизованный доступ с АРМ библиотеки (ИЦ, ауд.№115)
5.	ЭБС «IPSMART»	185146 изданий, из них: книги – 54476; научная	http://iprbookshop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Красногорск, Московская обл.)	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

		периодика – 21359 номеров; аудио- издания - 1171		№13331/25П/ К от 09.04.2025 г. срок предоставлени я лицензии: 12 мес.	
6.	ЭОР «РКИ» (Русский язык как иностраннй)	Тематическая коллекция «Русский язык как иностраннй» Издательские коллекции: «Златоуст»; «Русский язык. Курсы»; «Русский язык» (Курсы УМК «Русский язык сегодня» - 6 книг)	http://www.ros- edu.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) Договор №280/24 РКИ от 19.06.2024 г. срок предоставлени я лицензии: 1 год	Полный доступ (регистраци я по IP- адресам КБГУ)
7.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодически х изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №481/ЕП-223 От 22.10.2024 г. Активен по 31.10.2025 г.	Полный доступ (регистраци я по IP- адресам КБГУ)
8.	ЭБС «Юрайт» для ВО	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №57/ЕП-223	Полный доступ (регистраци я по IP- адресам КБГУ)

		«Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.		От 11.02.2025 г. Активен по 28.02.2026 г.	
9.	ЭР СПО «PROFобразование»	База данных электронных изданий учебной, учебно-методической и научной литературы для СПО	https://profspo.ru/	ООО «Профобразование» (г. Саратов) Договор №11634/24 PROF_FPU от 29.05.2024 г. Активен по 30.09.2025 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
РЕСУРСЫ ДЛЯ НАУКИ					
10.	ЭБД РГБ	Электронная библиотека диссертаций	https://diss.rsl.ru/	ФГБУ «РГБ» Договор №51/ЕП-223 от 07.02.2025 Активен до 31.12.2025	Авторизованный доступ с АРМ библиотеки (ИЦ, ауд.№115)
11.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное	Полный доступ

		описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездно й основе			
12.	Баз 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	ООО «НЭБ» Лицензионный договор ScienceIndex №SIO-741/2023 от 08.11.2024 г. Активен по 10.11.2025г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющихся в РИНЦ
13.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prlib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214)
14.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ

		отраслям			
--	--	----------	--	--	--

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ.

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины включает в себя:

Учебная аудитория для проведения учебных занятий – 238 (ул. Чернышевского, д. 175). Оснащена оборудованием и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран, доска стационарная). Комплект учебной мебели – 24 посадочных места.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий – 206 (ул. Чернышевского, д. 175). Лаборатория. Оснащена оборудованием и техническими средствами обучения (ноутбук- 4 шт., проектор, доска стационарная). Лабораторный стенд «Теоретические основы электротехники. Исполнение настольное с ноутбуком. ТОЭ-НН», 4 шт. Цифровые универсальные вольтметры, осциллографы, генераторы, источники постоянного тока и др. Комплект учебной мебели – 20 посадочных мест.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся – 115 (ул. Чернышевского, д. 173). Электронный читальный зал №1. Оснащен комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ. 28 посадочных мест. Компьютерная техника обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Электронно-библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда КБГУ обеспечивают доступ (удаленный доступ) обучающимся, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся - 311 (ул. Чернышевского, д. 173). Электронный читальный зал №3. Читальный зал естественных и технических наук. Оснащен комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ. 22 посадочных места. Компьютерная техника обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Электронно-библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда КБГУ обеспечивают доступ (удаленный доступ) обучающимся, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

Студенты имеют доступ через Интернет к электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет), которая позволяет размещать электронные учебные курсы в свободном доступе для студентов университета.

Для проведения занятий имеется необходимый комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Список лицензионного программного обеспечения

№	Наименование права на использование программы	Наименование страны происхождения	Номер реестровой записи о программном обеспечении в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 23.12.2024 г. № 1875	Кол- во (шт.)	Срок действ ия лиценз ии
1.	Антивирус Kaspersky Endpoint Security	Российская Федерация	Реестровая запись №205 от 18.03.2016	1200	1 год
2.	ContentReader PDF Программное обеспечение для работы с PDF-документами	Российская Федерация	Реестровая запись №17019 от 21.03.2023	30	1 год
3.	Операционная система РЕД ОС Простая (неисключительная) лицензия на право использования операционной системы. Конфигурация Рабочая станция.	Российская Федерация	Реестровая запись №3751 от 23.07.2017	100	1 год
4.	Операционная система РЕД ОС. Простая (неисключительная) лицензия на право использования операционной системы Конфигурация Сервер.	Российская Федерация	Реестровая запись №3751 от 23.07.2017	1	1 год
5.	Р7-Офис. Офисное программное приложение	Российская Федерация	Реестровая запись №5256 от 26.02.2019	300	1 ГОД
6.	Renga Professional. Учебный комплект системы для комплексного проектирования зданий по технологии информационного моделирования на 50 мест.	Российская Федерация	Реестровая запись №19343 от 04.10.2023	1	1 ГОД
7.	Предоставление неисключительных прав на использование программного обеспечения SMath Studio.	Российская Федерация	Реестровая запись №12849 от 14.02.2022	5	Бессроч но
8.	ENGEE. Среда вычислений и модельно- ориентированного проектирования.	Российская Федерация	Реестровая запись №13508 от 11.05.2022	1	1 год
9.	АСМО-графический редактор. Неисключительная лицензия на право использования программного обеспечения Инструментальное средство разработки графических схем	Российская Федерация	Реестровая запись №3132 от 14.03.2017	60	1 год

Свободно распространяемые программы

7Zip;

DjVuPlug-in;

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.

8. 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:

для инвалидов по зрению:

- наличие адаптированной версии для программ экранного доступа официального сайта организации в сети «Интернет», ресурсов ЭИОС организации для незрячих и альтернативной версии сайта и ЭИОС для слабовидящих;

- размещение в доступных местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля), либо представлена в цифровом формате доступном для прочтения программами экранного доступа и средствами цифрового укрупнения текста;

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт, цифровой образ, адаптированный для прочтения программами экранного доступа или аудиофайлы);

- обеспечение адаптации визуальных и графических дидактических материалов тифлокомментариями и текстовыми описаниями (в аудиоформате или цифровом тексте, доступном для прочтения программами экранного доступа и синтезаторами речи);

- обеспечение доступа обучающегося и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

для инвалидов по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения));

- обеспечение надлежащими звуковыми и визуальными средствами воспроизведения информации;

для инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:

-материально-

технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

- занятия с использованием ЭО и ДОТ проводятся с учетом особенностей обучающихся;

- форма и процедура проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной

аттестации и ГИА для обучающихся с инвалидностью и ОВЗ устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно, в форме тестирования и т. п.).