

**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**  
**«Анализ некристаллических веществ методом**  
**дифракции быстрых электронов»**

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) «Анализ некристаллических веществ методом дифракции быстрых электронов» /сост. А.А.Канаметов– Нальчик: КБГУ, 2024 г. 18 с.

Рабочая программа предназначена для студентов *очной* формы обучения по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, в 8 семестре, 4 курса.

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 сентября 2017 г за № 927.

## Содержание

Содержание	3
.....	
1. Цели и задачи дисциплины (модуля).....	4
2. Место дисциплины(модуля) в структуре ОПОП ВО.....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины(модуля).....	4
4. Содержание и структура дисциплины(модуля).....	5
4.1. Содержание разделов дисциплины(модуля).....	5
4.2. Структура дисциплины(модуля).....	6
4.3. Лекционные занятия.....	7
4.4. Лабораторные занятия.....	8
4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины(модуля).....	8
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	9
5.1. Задания для текущего контроля.....	9
5.2. Промежуточная аттестация.....	14
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	16
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	18
7.1. Основная литература.....	18
7.2. Дополнительная литература.....	18

7.3.	Периодические издания.....	19
7.4.	Интернет-ресурсы.....	19
7.5.	Методические указания по проведению учебных занятий и организации самостоятельной работы студента.....	19
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля).....	23
	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины(модуля).....	24

### **1. Цель и задачи дисциплины (модуля)**

Цель дисциплины: освоение студентами комплекса теоретических и практических знаний, позволяющих им свободно ориентироваться в электронографических методах анализа структуры аморфных веществ, представляющих интерес для науки и производства устройств микро- и нанoeлектроники.

Задачи: формирование навыков моделирования физических процессов взаимодействия быстрых электронов с аморфными твердыми телами, режимов работы установок по дифракции быстрых электронов (ДБЭ) и обработки результатов измерений, полученных методом ДБЭ при изучении материалов микро- и нанoeлектроники.

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина включена в вариативную часть дисциплин по выбору Б1.В.ДВ.09.01 учебного плана по направлению подготовки ВО 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиль: Современные информационные технологии в электронной технике.

Изучение дисциплины «Анализ некристаллических веществ методом дифракции быстрых электронов» базируется на понятиях и методы, развиваемые в следующих дисциплинах: «Физика конденсированного состояния», «Физика поверхности полупроводников», «Технология материалов и изделий электронной техники», «Материалы и компоненты нанoeлектроники», «Измерение параметров и модификация свойств наноматериалов и наноструктур».

Освоение данной дисциплины, в свою очередь, необходимо для успешного освоения программы практик и научно-исследовательских работ, предусмотренных учебным планом.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)**

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

**ПКС-2** Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

**ПКС-Б.2.1.** Способен применять основные экспериментальные методы в области электроники и нанoeлектроники

**ПКС-Б.2.2.** Способен проводить исследования характеристик электронных приборов

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

#### **Знать:**

- физические эффекты, возникающие при воздействии пучка высокоэнергетичных электронов на поверхность проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных аморфных материалов, а так же особенности структуры и свойств аморфных материалов;

#### **Уметь:**

- делать обоснованный выбор параметров и режимов проведения измерений методом ДБЭ для анализа структуры поверхности аморфных веществ, изучения ближнего и дальнего порядка в структуре материалов электронной техники с учётом свойств, эксплуатационных характеристик и влияния внешних факторов на исследуемые материалы;

#### **Владеть:**

- информацией о современных приложениях дифракции быстрых электронов в изучении материалов электронной техники, в особенности аморфных материалов, а так же о методах,

технологии и особенностях проведения измерений свойств аморфных материалов микро- и наноэлектроники.

-навыками экспериментального определения параметров и структуры аморфных материалов электронной техники, а так же навыками компьютерной обработки результатов измерений;

**Приобрести опыт деятельности:**

- в интерпретации и компьютерной обработке результатов исследования структуры поверхности аморфных веществ методом дифракции быстрых электронов.

#### 4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

##### 4.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)

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

Таблица 1

№	Наименование раздела	Содержание раздела (формируемые компетенции)	Форма текущего контроля
1	<b>Свойства и особенности строения аморфных веществ</b>	<p><b>Аморфные твердые вещества. Особенности структуры. (ОК-7, ПК-8)</b> Особенности структуры аморфных веществ на примере сравнения аморфного и кристаллического кремния. Неупорядоченность твердых тел: топологический беспорядок (металлические стекла), ячеистый беспорядок (ледовый беспорядок). Модель Изинга в описании неупорядоченных твердых веществ. Дефекты структуры в аморфных твердых телах: собственные точечные дефекты, собственные сеточные дефекты, примесные дефекты, собственные объемные, плоские и линейные дефекты.</p> <p><b>Свойства твердых аморфных тел (ОК-7, ПК-8):</b> механические свойства, электрические, магнитные, радиационная стойкость аморфных твердых тел.</p> <p><b>Свойства электронной подсистемы аморфных тел (ОК-7).</b> Модели энергетического спектра электронов в твердых аморфных телах: модели Лифшица и Андерсона. Два типа механизма электронной проводимости в аморфных телах: переход электронов по нелокализованным состояниям и прыжковая проводимость.</p> <p><b>Методы получения аморфных тел (ОК-7, ПК-8).</b></p> <p><b>Полимеры (ОК-7).</b> Три возможных состояния аморфных полимеров: стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее.</p>	(К), (РК), (Т), (ЛР)
2	<b>Метод дифракции быстрых электронов в исследовании аморфных веществ.</b>	<p><b>Физические эффекты при взаимодействии быстрых электронов с поверхностью твердого тела (ОК-7).</b></p> <p><b>Аппаратура для ДБЭ (ОК-7, ПК-8):</b> подсистема генерации и фокусировки электронного пучка, подсистема контроля положением образца, подсистема регистрации дифрагированных электронов.</p> <p><b>Методология и элементы ДБЭ анализа (ОК-7, ПК-8).</b> Построение сферы Эвальда для ДБЭ. Рассеяние на суперструктуре. Упругое рассеяние на атоме. Борновское</p>	(К), (РК), (Т), (ЛР)

		<p>приближение. Кинематическая и динамическая дифракция. Кикучи-линии. Угловая зависимость дифракционной картины. Количественный структурный анализ методом ДБЭ, восстановление двумерной решетки по результатам ДБЭ анализа, признаки структурного совершенства поверхности, структура поверхности кремния (111) 7x7. Особенности просвечивающей ДБЭ. Особенности отражательной ДБЭ.</p> <p><b>Методика структурного анализа аморфных веществ (ОК-7, ПК-8).</b> Метод функции радиального распределения (ФРР) в анализе некристаллических веществ. Основы метода ФРР. Функция радиального распределения и ее вычисление для аморфных веществ. Определение атомной плотности аморфных веществ. Учет фона в методе ФРР: динамическое рассеяние, неупругий или некогерентный фон. Учет фона упругого рассеяния, учет фона плазменных возбуждений, фон одноэлектронных возбуждений, фон, обусловленный рассеянием на фононах.</p> <p><b>Применения, преимущества и недостатки метода ДБЭ в изучении свойств аморфных веществ (ОК-7, ПК-8).</b> Области применения просвечивающей ДБЭ. Области применения отражательной ДБЭ. Изучение процессов адсорбции и кристаллизации наноостровков на поверхности образца методом ДБЭ. Контроль роста пленок в процессе молекулярно-лучевой эпитаксии методом ДБЭ. Сравнение методов ДБЭ и ДМЭ для исследования поверхности твердого тела.</p> <p><b>Анализ структурного и химического упорядочения некристаллических материалов на основе кремния и углерода (ОК-7, ПК-8).</b> Исследование аморфных пленок SiC. Исследование аморфных углеродных структур.</p>	
--	--	--	--

#### 4.2. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часа)

Таблица 2

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	8 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
<i>Лекции (Л)</i>	30	30
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>		
<b>Самостоятельная работа (в часах):</b>	<b>42</b>	<b>42</b>
Самостоятельное изучение разделов		
<b>Вид промежуточной аттестации (Зачет, экзамен)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>

#### 4.3. Лекционные занятия

Таблица 3

<b>№ раздела</b>	<b>Тема</b>
1	История изучения аморфных веществ.
1	Особенности структуры аморфных веществ.
1	Неупорядоченность твердых тел: топологический беспорядок (металлические стекла), ячеистый беспорядок (ледовый беспорядок).
1	Дефекты структуры в аморфных твердых телах
1	Особенности структуры аморфных твердых веществ на примере сравнения аморфного и кристаллического кремния.
1	Свойства твердых аморфных тел. Электрические и магнитные свойства аморфных твердых тел.
1	Два типа механизма электронной проводимости в аморфных телах: переход электронов по нелокализованным состояниям и прыжковая проводимость.
1	Методы получения аморфных тел.
1	Полимеры
2	Физические эффекты при взаимодействии быстрых электронов с поверхностью твердого тела.
2	Аппаратура для ДБЭ
2	Методология и элементы ДБЭ анализа. Построение сферы Эвальда для ДБЭ. Рассеяние на суперструктуре.
2	Методология и элементы ДБЭ анализа. Кикучи-линии. Угловая зависимость дифракционной картины.
2	Методология и элементы ДБЭ анализа. Количественный структурный анализ методом ДБЭ. Структура поверхности кремния (111) 7x7
2	Методика структурного анализа аморфных веществ. Метод функции радиального распределения (ФРР) в анализе некристаллических веществ.
2	Методика структурного анализа аморфных веществ. Определение атомной плотности аморфных веществ.
2	Методика структурного анализа аморфных веществ. Учет фона в методе ФРР
2	Изучение процессов адсорбции и кристаллизации наноостровков на поверхности образца методом ДБЭ.
2	Контроль роста пленок в процессе МЛЭ методом ДБЭ.
2	Анализ структурного и химического упорядочения некристаллических материалов на основе кремния и углерода.

#### 4.4. Лабораторные работы

Таблица 4

<b>№</b>	<b>Тема</b>
----------	-------------



ЛР	
1	Восстановление распределения атомной плотности поверхности аморфного углерода по результатам отражательной дифрактометрии быстрыми электронами.
2	Восстановление распределения атомной плотности поверхности аморфного углерода по результатам просвечивающей дифрактометрии быстрыми электронами.
3	Моделирование дифракционной картины от двумерной решетки, облучаемой быстрыми электронами под скользящими углами
4	Расчет скорости роста пленок по осцилляциям интенсивности рефлексов в методе просвечивающей ДБЭ.

#### 4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 5

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Аморфные твердые вещества. Особенности структуры.
1	Модель Изинга в описании неупорядоченных твердых веществ.
1	Дефекты структуры в аморфных твердых телах: собственные объемные.
	Дефекты структуры в аморфных твердых телах: плоские и линейные дефекты
1	Свойства твердых аморфных тел: механические свойства
1	Свойства твердых аморфных тел: радиационная стойкость аморфных твердых тел.
1	Свойства электронной подсистемы аморфных тел. Модели энергетического спектра электронов в твердых аморфных телах: модели Лифшица.
1	Свойства электронной подсистемы аморфных тел. Модели энергетического спектра электронов в твердых аморфных телах: модели Андерсона
1	Методы получения аморфных тел.
1	Стеклообразное состояние аморфных полимеров.
1	Высокоэластическое состояние аморфных полимеров
1	Вязкотекучее состояние аморфных полимеров
2	Физические эффекты при взаимодействии быстрых электронов с поверхностью твердого тела.
2	Аппаратура для ДБЭ: подсистема генерации и фокусировки электронного пучка
2	Аппаратура для ДБЭ: подсистема контроля положением образца
2	Методология и элементы ДБЭ анализа. Упругое рассеяние на атоме. Борновское приближение.
2	Методология и элементы ДБЭ анализа. Кинематическая и динамическая дифракция

2	Методология и элементы ДБЭ анализа. Восстановление двумерной решетки по результатам ДБЭ анализа, признаки структурного совершенства поверхности
2	Методология и элементы ДБЭ анализа. Структура поверхности кремния (111) 7x7.
2	Методика структурного анализа аморфных веществ. Учет фона в методе ФРР: динамическое рассеяние, неупругий или некогерентный фон.
2	Применения, преимущества и недостатки метода ДБЭ в изучении свойств аморфных веществ. Области применения просвечивающей ДБЭ. Области применения отражательной ДБЭ.
2	Применения, преимущества и недостатки метода ДБЭ в изучении свойств аморфных веществ. Сравнение методов ДБЭ и ДМЭ для исследования поверхности твердого тела.
2	Исследование аморфных пленок SiC. Исследование аморфных углеродных структур

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

Текущий и рубежный контроль освоения студентом дисциплины, а так же промежуточная аттестация осуществляется в рамках балльно-рейтинговой системы. В соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценка успеваемости студентов КБГУ используется следующая шкала дифференцирования баллов по пятибалльной системе:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если набрано 91 – 100 баллов;
- оценка «хорошо» выставляется, если набрано 81 – 90 баллов
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если набрано 61 – 80 баллов;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если набрано 36-60 баллов.

Распределение баллов по контрольным точкам в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов КБГУ приведено в таблице 7:

Таблица 6

№ рейтинг. точки	Коллоквиум	Лабораторн. занятия	Посещаемость	Тестирование	Итого
1	10	5	3	5	23
2	10	5	3	5	23
3	10	5	4	5	24

### 5.1. Задания для текущего контроля

**Коллоквиум** проводится в соответствии с положением о балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>). Примерный перечень вопросов на коллоквиум по темам дисциплины (модуля) состоит из следующих пунктов:

#### Коллоквиум 1 (проверяемые компетенции: ОК-7, ПК-8)

1. Аморфные твердые вещества. Ближний и дальний порядок.
2. Особенности структуры жидкостей и аморфных твердых тел. Различия между ними.
3. Особенности структуры полимеров.
4. Особенности структуры жидких металлов.

5. Особенности структуры аморфных веществ на примере сравнения аморфного и кристаллического кремния.
6. Типы неупорядоченности твердых тел: топологический беспорядок (металлические стекла)
7. Типы неупорядоченности твердых тел: ячеистый беспорядок (ледовый беспорядок)
8. Типы неупорядоченности полимеров: линейная, двумерная и трехмерная неупорядоченность
9. Модель Изинга в описании двухкомпонентных аморфных веществ.
10. Собственные точечные дефекты в аморфных твердых телах
11. Собственные сеточные дефекты в аморфных твердых телах
12. Примесные дефекты в аморфных твердых телах
13. Собственные объемные дефекты в аморфных твердых телах
14. Плоские дефекты в аморфных твердых телах
15. Линейные дефекты в аморфных твердых телах.
16. Механические свойства твердых аморфных тел
17. Электрические свойства твердых аморфных тел
18. Магнитные свойства твердых аморфных тел
19. Радиационная стойкость аморфных твердых тел.
20. Модели энергетического спектра электронов в твердых аморфных телах
21. Модель Лифшица электронной подсистемы аморфных твердых тел
22. Модель Андерсона электронной подсистемы аморфных твердых тел.
23. Механизмы электронной проводимости в аморфных телах: переход электронов по нелокализованным состояниям

### **Коллоквиум 2 (проверяемые компетенции: ОК-7, ПК-8)**

1. Механизмы электронной проводимости в аморфных телах: прыжковая проводимость.
2. Методы получения аморфных тел.
3. Полимеры. Три возможных состояния аморфных полимеров
4. Стеклообразные полимеры
5. Высокоэластические полимеры
6. Вязкотекучие полимеры
7. История метода ДМЭ и ДБЭ
8. Физические эффекты при взаимодействии быстрых электронов с поверхностью твердого тела.
9. Принцип работы электронного микроскопа
10. Аппаратура для ДБЭ: подсистема генерации и фокусировки электронного пучка
11. Аппаратура для ДБЭ: подсистема контроля положением образца
12. Аппаратура для ДБЭ: подсистема регистрации дифрагированных электронов.
13. Построение сферы Эвальда для ДБЭ.
14. Механизм и модель рассеяния на суперструктуре.
15. Механизм и модель упругого рассеяния на атоме.
16. Применение Борновского приближения для описания процессов рассеяния и дифракции.
17. Кинематическая и динамическая дифракция.
18. Кикучи-линии и их интерпретация.
19. Угловая зависимость дифракционной картины.
20. Количественный анализ структуры аморфных тел методом ДБЭ
21. Методика восстановления двумерной решетки по результатам ДБЭ анализа
22. Признаки структурного совершенства поверхности
23. Структура поверхности кремния (111) 7x7, полученная методом ДБЭ
24. Просвечивающая ДБЭ. Преимущества и недостатки, области приложения.

### **Коллоквиум 3 (проверяемые компетенции: ОК-7, ПК-8)**

1. Отражательная ДБЭ. Преимущества и недостатки, области приложения.

2. Метод функции радиального распределения (ФРР) в анализе аморфных веществ.
3. Физические и математические основы метода функции радиального распределения.
4. Вычисление функции радиального распределения для аморфных веществ.
5. Определение атомной плотности аморфных веществ.
6. Учет фона в методе функции радиального распределения
7. Учет фона динамического рассеяния
8. Учет неупругого(некогерентного фона).
9. Учет фона упругого рассеяния
10. Учет фона плазменных возбуждений
11. Учет фона одноэлектронных возбуждений
12. Учет фона, обусловленного рассеянием на фононах.
13. Преимущества и недостатки метода ДБЭ в изучении свойств аморфных веществ.
14. Применения просвечивающей ДБЭ в изучении свойств аморфных твердых веществ.
15. Применения отражательной ДБЭ в изучении свойств аморфных твердых веществ.
16. Изучение процессов адсорбции и кристаллизации наноостровков на поверхности образца методом ДБЭ.
17. Контроль роста пленок в процессе МЛЭ методом ДБЭ.
18. Сравнение методов ДБЭ и ДМЭ для исследования поверхности твердого тела.
19. Анализ структурного и химического упорядочения некристаллических материалов на основе кремния и углерода.
20. Результаты исследования аморфных пленок SiC методом ДБЭ
21. Результаты исследования аморфных углеродных структур методом ДБЭ.
22. Особенности и примеры применения ДБЭ для полимерных материалов
23. Особенности и примеры применения ДБЭ для жидких металлов

#### **Методические рекомендации к подготовке к коллоквиуму**

Подготовка к коллоквиуму проводится студентом самостоятельно по материалам лекций и лабораторных занятий. В качестве главного источника информации используется основная литература и материалы лекций. Коллоквиум представляет собой устный опрос с возможностью предварительной подготовкой и включает в себя два теоретических вопроса. Основная цель коллоквиума – выявить уровень владения теоретическим материалом, основными, базовыми концепциями дисциплины.

#### **Критерии оценивания коллоквиума**

Коллоквиум представляет собой устный опрос по темам, пройденным в течение промежутка времени от последнего проведенного коллоквиума до текущей даты. При этом проверяются следующие показатели:

- ясность, четкость и доказательность изложения ответов на вопросы;
- владение специальными терминами, понятиями и принципами;
- системность знаний, умений и навыков по тематике

По трем контрольным точкам (трем коллоквиумам в течение семестра) студент может получить 0-30 баллов. По итогам устного опроса на текущем коллоквиуме студенту выставляется:

**9-10 баллов**, если владеет в полном объеме программным материалом, вынесенным на коллоквиум, достаточно глубоко осмысливает тему (раздел), ясно и исчерпывающе отвечает на все вопросы, выделяет при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивает, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать программный материал, четко формирует ответы;

**7-8 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.

**5–6 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.

**1-4 баллов**, если не освоил обязательный минимум знаний предмета, не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах.

**Тесты** проводятся в соответствии с положением об балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>). По дисциплине создан фонд тестовых заданий для контроля текущей успеваемости студентов в компьютерной форме, Полный перечень тестов приводится в банке тестовых заданий КБГУ.

#### **Методические рекомендации к прохождению компьютерного тестирования**

Компьютерное тестирование проводится строго по заранее составленному расписанию в рамках текущего контроля. Студент должен предварительно ознакомиться с системой тестирования и освоить простейшие навыки работы с ней. Тестовые задания включают теоретические вопросы с вариантами ответов или задания на простейшие вычисления. Время на работу в системе тестирования ограничено и предполагает предварительную самостоятельную проработку вопросов, выносимых на тесты, во внеучебное время.

#### **Критерии оценивания тестовых заданий**

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

**5 баллов**, если студент правильно ответил на 86 - 100% тестовых заданий;

**4 балла**, если студент правильно ответил на 71 - 85% тестовых заданий;

**3 балла**, если студент правильно ответил на 51 - 70% тестовых заданий;

**0 баллов**, если студент правильно ответил на 0 - 50% тестовых заданий.

#### **Задания лабораторных занятий**

**Пример лабораторного занятия:** Восстановление распределения атомной плотности поверхности аморфного углерода по результатам отражательной дифрактометрии быстрыми электронами.

**Цель работы:** Убедиться в принципиальной возможности восстановления атомной плотности поверхности аморфного углерода по известному распределению интенсивности дифрагированных электронных пучков.

#### **Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ**

Лабораторный практикум является основным элементом обучения в рамках данного спецкурса, т.к. прививает навыки практической и самостоятельной работы на различном лабораторном оборудовании и умение пользоваться различными приборами и инструментами. Выполнение каждой лабораторной работы складывается из следующих этапов.

1. Самостоятельная подготовка студентов к работе. Перед началом работы студенты должны четко представлять себе цель работы, знать схему, метод измерения, физическую

сущность ожидаемых результатов. Должен быть подготовлен протокол измерений, содержащий таблицы для записи результатов измерений и основные расчетные формулы. Студенты, не подготовившиеся к работе в соответствии с этими требованиями, к выполнению работы не допускаются.

2. Проведение вычислительного эксперимента. Этот этап осуществляется в соответствии с методическими указаниями, которые содержатся в описании к каждой работе. Вычисления студент может начать только после собеседования с преподавателем и получения допуска к выполнению работы. Любые изменения в структуре программы проводятся под контролем преподавателя. Результаты вычислений проверяются преподавателем.

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

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

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

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

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

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

### **Критерии оценивания лабораторных работ**

Практическая часть контактной работы со студентом, реализованная в виде лабораторных занятий предполагает выполнение всего перечня лабораторных работ, запланированных в рабочей программе дисциплины. По результатам одной контрольной точки студент может получить до 5 баллов (всего 15 баллов за семестр). При выставлении баллов за лабораторные занятия оценивается следующее:

- понимание цели и задач работы
- знание теоретических основ метода измерения и принципов работы установки
- правильность проведения измерений и корректность процедуры обработки результатов
- наличие правильно оформленного отчета по лабораторной работе с самостоятельно сформулированными выводами по результатам лабораторной работы

- правильный и исчерпывающий устный ответ на контрольные вопросы к лабораторным работам

## 5.2. Промежуточная аттестация

Изучение дисциплины «Анализ некристаллических веществ методом дифракции быстрых электронов» заканчивается зачетом.

**Зачет (проверяемые компетенции: ОК-7, ПК-8).** Примерный перечень вопросов:

1. Аморфные твердые вещества. Ближний и дальний порядок.
2. Особенности структуры жидкостей и аморфных твердых тел. Различия между ними.
3. Особенности структуры полимеров.
4. Особенности структуры жидких металлов.
5. Особенности структуры аморфных веществ на примере сравнения аморфного и кристаллического кремния.
6. Типы неупорядоченности твердых тел: топологический беспорядок (металлические стекла)
7. Типы неупорядоченности твердых тел: ячеистый беспорядок (ледовый беспорядок)
8. Типы неупорядоченности полимеров: линейная, двумерная и трехмерная неупорядоченность
9. Модель Изинга в описании двухкомпонентных аморфных веществ.
10. Собственные точечные дефекты в аморфных твердых телах
11. Собственные сеточные дефекты в аморфных твердых телах
12. Примесные дефекты в аморфных твердых телах
13. Собственные объемные дефекты в аморфных твердых телах
14. Плоские дефекты в аморфных твердых телах
15. Линейные дефекты в аморфных твердых телах.
16. Механические свойства твердых аморфных тел
17. Электрические свойства твердых аморфных тел
18. Магнитные свойства твердых аморфных тел
19. Радиационная стойкость аморфных твердых тел.
20. Модели энергетического спектра электронов в твердых аморфных телах
21. Модель Лифшица электронной подсистемы аморфных твердых тел
22. Модель Андерсона электронной подсистемы аморфных твердых тел.
23. Механизмы электронной проводимости в аморфных телах: переход электронов по нелокализованным состояниям
24. Механизмы электронной проводимости в аморфных телах: прыжковая проводимость.
25. Методы получения аморфных тел.
26. Полимеры. Три возможных состояния аморфных полимеров
27. Стеклообразные полимеры
28. Высокоэластические полимеры
29. Вязкотекучие полимеры
30. История метода ДМЭ и ДБЭ
31. Физические эффекты при взаимодействии быстрых электронов с поверхностью твердого тела.
32. Принцип работы электронного микроскопа
33. Аппаратура для ДБЭ: подсистема генерации и фокусировки электронного пучка
34. Аппаратура для ДБЭ: подсистема контроля положением образца
35. Аппаратура для ДБЭ: подсистема регистрации дифрагированных электронов.
36. Построение сферы Эвальда для ДБЭ.
37. Механизм и модель рассеяния на суперструктуре.
38. Механизм и модель упругого рассеяния на атоме.
39. Применение Борновского приближения для описания процессов рассеяния и дифракции.
40. Кинематическая и динамическая дифракция.
41. Кикучи-линии и их интерпретация.

42. Угловая зависимость дифракционной картины.
43. Количественный анализ структуры аморфных тел методом ДБЭ
44. Методика восстановления двумерной решетки по результатам ДБЭ анализа
45. Признаки структурного совершенства поверхности
46. Структура поверхности кремния (111) 7x7, полученная методом ДБЭ
47. Просвечивающая ДБЭ. Преимущества и недостатки, области приложения.
48. Отражательная ДБЭ. Преимущества и недостатки, области приложения.
49. Метод функции радиального распределения (ФРР) в анализе аморфных веществ.
50. Физические и математические основы метода функции радиального распределения.
51. Вычисление функции радиального распределения для аморфных веществ.
52. Определение атомной плотности аморфных веществ.
53. Учет фона в методе функции радиального распределения
54. Учет фона динамического рассеяния
55. Учет неупругого(некогерентного фона).
56. Учет фона упругого рассеяния
57. Учет фона плазменных возбуждений
58. Учет фона одноэлектронных возбуждений
59. Учет фона, обусловленного рассеянием на фононах.
60. Преимущества и недостатки метода ДБЭ в изучении свойств аморфных веществ.
61. Применения просвечивающей ДБЭ в изучении свойств аморфных твердых веществ.
62. Применения отражательной ДБЭ в изучении свойств аморфных твердых веществ.
63. Изучение процессов адсорбции и кристаллизации наноостровков на поверхности образца методом ДБЭ.
64. Контроль роста пленок в процессе МЛЭ методом ДБЭ.
65. Сравнение методов ДБЭ и ДМЭ для исследования поверхности твердого тела.
66. Анализ структурного и химического упорядочения некристаллического кремния и углерода.
67. Результаты исследования аморфных пленок SiC методом ДБЭ
68. Результаты исследования аморфных углеродных структур методом ДБЭ.
69. Особенности и примеры применения ДБЭ для полимерных материалов
70. Особенности и примеры применения ДБЭ для жидких металлов

#### **Методические рекомендации по подготовке и процедуре осуществления контроля выполнения**

В соответствии балльно-рейтинговой системой аттестации студентов, которая действует в КБГУ 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 зачете проверяется сформированность знаний интегрального характера по дисциплине в целом, включая весь теоретический материал, вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение, и практические знания, полученные в ходе практических и лабораторных занятий. В этой связи, студенту рекомендуется заранее ознакомиться с перечнем вопросов к зачету (не менее чем за две недели до его проведения) и посетить все консультационные мероприятия, в соответствии с учебным расписанием. Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;



- подготовка к ответу на вопросы во время зачета.

При подготовке обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На зачет выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Зачет проводится в устной форме.

Перед проведением аттестации ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты. Формулировка теоретических вопросов в билетах совпадает с формулировкой перечня вопросов, доведенных до сведения обучающихся накануне аттестации. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный опрос, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего зачет. На подготовку ответа на билет на отводится 40 минут.

Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К зачету допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего контроля. Студент, набравший более 61 балла в ходе текущего контроля, считается аттестованным без прохождения процедуры аттестации (без сдачи зачета). В противном случае (если количество набранных баллов по результатам текущего контроля находится между 36 и 61) студент обязан пройти процедуру аттестации. При этом:

**«Зачтено»** выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию. При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.

**«Не зачтено»** может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.

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

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

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

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

**Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**

Таблица 8

<b>Компет</b>	<b>Формулировка компетенции из ФГОС ВО</b>	<b>Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)</b>	<b>Вид оценочного материала</b>
Общекультурные	способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);	<p><u>Знать</u>: основные правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности;</p> <p><u>Уметь</u>: самостоятельно осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных по особенностям, достоинствам и недостаткам методов дифракции быстрых электронов в применении к аморфным веществам, а так же интерпретации результатов измерений в ДБЭ, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;</p> <p><u>Владеть</u>: методами и способами самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, связанных с методами дифракции быстрых электронов в применении к исследованию аморфных веществ</p>	Вопросы к коллоквиуму, банк тестовых заданий, отчеты о выполнении лабораторных работ и контрольные вопросы к ним, вопросы к зачету
Профессиональные	способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8);	<p><u>Знать</u>: физические эффекты, возникающие при воздействии пучка высокоэнергетичных электронов на поверхность проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных аморфных материалов, а так же особенности структуры и свойств аморфных материалов;</p> <p><u>Уметь</u>: делать обоснованный выбор параметров и режимов проведения измерений методом ДБЭ для анализа структуры поверхности аморфных веществ, изучения ближнего и дальнего порядка в структуре материалов электронной техники с учётом свойств, эксплуатационных характеристик и влияния внешних факторов на исследуемые материалы;</p> <p><u>Владеть</u>: информацией о современных приложениях дифракции быстрых электронов в изучении материалов электронной техники, в особенности аморфных материалов, а так же о методах, технологии и особенностях проведения измерений свойств аморфных материалов микро- и наноэлектроники.</p> <p>-навыками экспериментального определения параметров и структуры аморфных материалов электронной техники, а так же навыками компьютерной обработки результатов измерений;</p> <p><u>Приобрести опыт деятельности</u>: в интерпретации и компьютерной обработке результатов исследования структуры поверхности аморфных веществ методом дифракции быстрых электронов.</p>	Вопросы к коллоквиуму, банк тестовых заданий, отчеты о выполнении лабораторных работ и контрольные вопросы к ним, вопросы к зачету

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1. Основная литература

1. Афанасьев А.В., Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы. М.: Физматлит, 2006, - 552 с. ЭБС «Консультант студента».
2. Делоне Н.Б. Основы физики конденсированного вещества. М.: Физматлит, 2011, - 236 с. ЭБС «Консультант студента».
3. Мамонова М.В., Физика поверхности. Теоретические модели и экспериментальные методы. М.: Физматлит, 2011, - 400 с. ЭБС «Консультант студента».
4. Гуртов В.А., Физика твердого тела для инженеров. М.: Техносфера, 2012, - 560 с. ЭБС «Консультант студента».
5. Оура К., Лифшиц В.Г., Саракин А.А., Зотов А.В., Катаяма М., Введение в физику поверхности. М.: Наука, 2006, -490 с.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Вудраф Д.Р., Делчар Т.А. Современные методы исследования поверхности. М.: Мир, 1989, -564 с.
2. Судзуки К., Фудзимори Х., Хасимото К. Аморфные металлы. М.: Metallurgia, 1987, - 245 с.
3. Татарина Л.И. Электронография аморфных веществ. М.: Наука, 1972, 430 с.
4. Скрышевский А.Ф. Структурный анализ жидкостей и аморфных тел. М.: Высшая школа, 1980, -256 с.
5. Уайт Р., Джебелл Т. Дальний порядок в твердых телах. М.: Мир, 1982, -240 с.
6. Мот Н., Дэвис. Электронные процессы в некристаллических веществах. М.: Наука, 1982 315 с.
7. Тагер А.А. Физическая химия полимеров. М.: 1968, -320 с.
8. Справочно-информационная система «Консультант-плюс»
9. Справочно-информационная система «Гарант»

В том числе современные профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Условия доступа
1	ЭБД РГБ	Электронные версии 885898 полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.dis.s.rsl.ru">http://www.dis.s.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 12,5 тыс. 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 21.000 рецензируемых журналов; 100.000 книг; 370 книжный серий (продолжающихся изданий); 6,8 млн. докладов из трудов конференций	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	Доступ по IP-адресам КБГУ

4	<b>Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)</b>	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. 2800 российских журналов на безвозмездной основе	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Полный доступ
5	<b>База данных Science Index (РИНЦ)</b>	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	<b>Национальная электронная библиотека РГБ</b>	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

### 7.3. Периодические издания

1. Поверхность (журнал)
2. Физика твердого тела (журнал)
3. Физика и технология полупроводников (журнал)
4. Журнал экспериментальной и теоретической физики (журнал)

### 7.4. Интернет-ресурсы

1. <http://www.rsl.ru>
2. <http://www.school-ioffe.ru>
3. <http://www.wikipedia.ru>
4. <http://techlibrary.ru/>
5. <http://www.en.edu.ru/catalogue/> - образовательный портал

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

#### Методические рекомендации к чтению лекций.

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 деятельностной 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 наноэлектроника» в КБГУ, предусматривает объем контактной работы примерно 47% от общей трудоемкости дисциплинарной подготовки. 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 являются лекции и лабораторные занятия.

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

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

### **Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий.**

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

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.

Успех лабораторных занятий по дисциплине зависит от качества подготовки к нему преподавателя и студентов. На лабораторных занятиях преподаватель должен создавать творческую, рабочую атмосферу в лаборатории, направленную на стимулирование практической деятельности, а так же поисковой, исследовательской и аналитической деятельности по тематике занятий. Необходимо развивать и поощрять самостоятельность обучающихся в формировании выводов, следующих из результатов измерений и их обработки, добиваться их внимательного и критического отношения к полученным результатам.

Одним из показателей хорошей организации лабораторных занятий является активная работа студентов. При этом очень важен подлинно научный анализ результатов практических работ, связанных с областью и видами профессиональной деятельности выпускников по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника»

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающихся - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;
- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;
- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Проработка учебного материала по конспектам, учебной и научной литературе, методическим рекомендациям (для подготовки к лабораторным занятиям, тестам, коллоквиумам и промежуточной аттестации);
2. Регулярное самотестирование и самопроверка по вопросам на экзамен (зачет);
3. Самостоятельная поисково-исследовательская работа по изучаемой дисциплине с использованием любых видов источников информации (в том числе и новых информационных технологий).

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с учебным материалом и вопросами к промежуточной аттестации в форме подготовки к очередному

лабораторному занятию и коллоквиуму. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает на занятиях.

При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления нового материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания. Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории.

Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений.

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

**Лекции** по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной видеопроектором или интерактивной доской, а так же ноутбуком с возможностью выхода в сеть «Интернет».

**Лабораторный практикум** проводится в учебно-научной лаборатории № 212 сканирующей зондовой микроскопии, в которой размещены:

- Специализированный пакет для моделирования и численных расчетов Labview, Maple, Matlab
- Пакет прикладных программ Microsoft Office
- Свободно распространяемые пакеты программ: архиватор WinRAR, программа для работы с pdf-документами AdobeReader.

Студенты имеют доступ через сеть «Интернет» к единому образовательному portalу, где в открытом доступе размещена учебно-методическая литература, разработанная сотрудниками КБГУ и сотрудниками ведущих ВУЗов России.

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**  
**«Анализ некристаллических веществ методом дифракции быстрых электронов»**  
**по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**  
**на 202\_\_\_\_\_ – 202\_\_\_\_\_ учебный год**

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

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры

электроники и цифровых информационных технологий,

протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_\_\_\_ г.

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