

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

Институт информатики, электроники и робототехники

Кафедра электроники и цифровых информационных технологий

**СОГЛАСОВАНО**  
Руководитель образовательной программы

\_\_\_\_\_ Тешев Р.Ш.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ИИЭиР

\_\_\_\_\_ Черкесова Н.В.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.11 Корпускулярно зондовая нанотехнология**

Направление подготовки  
**11.03.04 Электроника и микроэлектроника**

Профиль  
**Современные информационные технологии в электронной технике**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Нальчик, 2021

Рабочая программа дисциплины (модуля): Корпускулярно-зондовая нанотехнология /сост. Гаев Д.С. – Нальчик: КБГУ, 2021 - \_\_\_\_ с.

Рабочая программа дисциплины (модуля) предназначена для преподавания дисциплины (модуля) *вариативной* части блока 1 студентам очной формы обучения по направлению подготовки *11.03.04 – Электроника и нанoeлектроника*, 8 семестра, 4 курса.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 – Электроника и нанoeлектроника утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «12» марта 2015г. за № 218.

Составитель: Гаев Дахир Сайдуллахович

## Содержание

1. Изложение рабочей программы дисциплины (модуля).....	4
1.1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля).....	4
1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО.....	4
1.3. Требования к результатам освоения дисциплины(модуля).....	4
1.4. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
1.4.1. Содержание разделов дисциплины (модуля).....	5
1.4.2. Структура дисциплины (модуля).....	6
1.4.3. Лекционные занятия.....	7
1.4.4. Практические (Семинарские) занятия.....	8
1.4.5. Лабораторные работы.....	8
1.4.6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины.....	8
1.5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	8
1.5.1. Задания для текущего контроля.....	8
1.5.2. Промежуточная аттестация.....	12
1.5.3. Контроль курсовых работ.....	14
1.6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.....	15
1.7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	17
1.8. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий.....	18
1.9. Материально-техническое обеспечение работы.....	18
Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля).....	20

## **1. Изложение рабочей программы дисциплины (модуля)**

### **1.1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)**

*Цель изучения дисциплины* сформировать знания у студентов в области теории и практики корпускулярно зондовых нанотехнологий направленных на получение и модификации свойств наноматериалов и наноструктур, составляющих основу элементной базы электроники и наноэлектроники.

*Задачи дисциплины(модуля):*

- подготовка бакалавра к освоению физических и физико-химических основ фотонно-, электронно- и ионно-лучевых процессов направленных на исследование, получение и модификацию свойств наноматериалов и наноструктур.

подготовка бакалавра к освоению физических и физико-химических основ зондовых нанотехнологий;

- подготовка бакалавра к приобретению первичных навыков проведения и моделирования процессов формирования наноматериалов и наноструктур.

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

Дисциплина (модуль) относится вариативной части блока 1 - Б1.В.11. учебного плана по направлению подготовки ВО 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиль: «Современные информационные технологии в электронике».

Преподавание дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин(модулей): "Математика", "Физика (общая)", «Теоретические основы электротехники», «Метрология, стандартизация и технические измерения», «Материалы электронной техники». «Материалы и компоненты наноэлектроники», «Технология материалов и изделий наноэлектроники», «Сканирующая зондовая микроскопия», «Практика по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности».

Освоение учебной программы дисциплины (модуля) корпускулярно зондовые нанотехнологии, необходимо для последующего изучения дисциплин (модулей): «Проектирование и конструирование субмикронных элементов СБИС», «Корпускулярно зондовая нанотехнология», «Измерение параметров и модификация свойств наноматериалов и наноструктур», а также для выполнения курсовых работ и выпускной квалификационной работы.

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

В соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО направления подготовки ВО 11.03.04 Электроника и наноэлектроника изучение дисциплины (модуля) корпускулярно зондовая нанотехнология направлено на формирование элементов следующих профессиональных компетенций:

- ✓ *способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);*
- ✓ *способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2);*

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:**

- *физические и физико химические основы корпускулярно зондовых нанотехнологий, ориентированных на получение и модификацию материалов и структур наноэлектроники(лазерные, электронно-лучевые, ионно-лучевые и зондовые технологии);*
- *назначение, устройство и принцип действия используемого оборудования для получения наноматериалов и наноструктур методами фотонно-, электронно- и ионно-лучевых процессов;*

- основные стандарты нормативные акты по планированию и организации работ в области нанотехнологий;
- знать технологии поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных по свойствам, технологии получения и применения материалов и структур нанoeлектроники

**владеть (уметь):**

- методами корпускулярно зондовых нанотехнологий, ориентированных на получение и модификацию материалов и структур нанoeлектроники;

**иметь:**

- первичные навыки проведения процессов получения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур методами корпускулярно-зондовой нанотехнологии.

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

##### 1.4.1. 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), тестирование (Т).

Таблица 1. Содержание разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1.	Применение фотонных потоков излучения в технологии микро- и нанoeлектроники.	Лазерные технологические процессы в микроэлектронике. Классификация режимов лазерной обработки. Классификация лазерных технологических процессов. Классификация видов термообработки и области ее применения. Рекристаллизация аморфных и поликристаллических кремниевых слоев лазерным излучением. Импульсная лазерная кристаллизация аморфных слоев. Лазерная кристаллизация поликремниевых лент. Лазерная абляция. Схема и основные принципы лазерной абляции. Получение и характеристики аблированных наночастиц.	Т, К, ЛР
2	Технологические процессы с использованием плазмы при изготовлении изделий микро- и нанoeлектроники.	Плазменное осаждение диэлектрических пленок: Осаждение диоксида кремния, Плазменное осаждение нитрида кремния, Особенности реакторов для плазменного осаждения пленок.	Т,К,ЛР
2	Плазменные технологические процессы очистки и травления микро- и наноструктур.	Плазменное травление. Реактивное ионно-лучевое травление (РИЛТ). Реактивное ионно-плазменное травление (РИПТ). Ионно-лучевое травление (ИЛТ). Радиальное травление (РТ). Плазменное травление (ПТ). Радиационно-стимулированное травление.	Т,К,ЛР
3	Нанотехнологии связанные с взаимодействием пучков электронов и	Упругие взаимодействия. Неупругие взаимодействия. Тормозная способность твердых тел. Термическая электронно-лучевая обработка. Не-	Т,К,ЛР

	ионов с твёрдым телом	<i>термическая электронно-лучевая обработка. Электролитография. Физические основы ионной имплантации. Перспективные методы ионного легирования полупроводников. Ионно-стимулированные процессы. Протонно-стимулированная диффузия. Применение ионной имплантации для формирования структур нанoeлектроники. Ионно-лучевая литография.</i>	
4.	Модификация поверхности и создание наноструктур с помощью зондовых технологий	<i>Механическая модификация поверхности с помощью атомно-силового микроскопа. Полевое испускание. Dip-реп литография. Нанолитография методом локального анодного окисления. Основные направления создания устройств нанoeлектроники с помощью метода локального анодного окисления.</i>	Т,К,ЛР

#### 1.4.2. Структура дисциплины (модуля)

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	8 семестр	Всего
Общая трудоемкость (в часах)	<b>108</b>	<b>108</b>
Контактная работа (в часах):	<b>50</b>	<b>50</b>
Лекции (Л)	20	20
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Семинарские занятия (СЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	30	30
Самостоятельная работа (в часах):	<b>22</b>	<b>22</b>
Расчетно-графическое задание (РГЗ)		
Реферат (Р)		
Эссе (Э)		
Контрольная работа (К)		
Самостоятельное изучение разделов		
Самоподготовка:		
Курсовая работа (КР)	-	-
Курсовой проект (КП)	-	-
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	<b>36</b>	<b>36</b>
Вид промежуточной аттестации	зачет, экзамен	

#### 1.4.3. Лекционные занятия

Таблица 3. Перечень лекционных занятий

№ п/п	Тема
1	2

1	Применение фотонных потоков излучения в технологии микро- и наноэлектроники.
2	Технологические процессы с использованием плазмы при изготовлении изделий микро- и наноэлектроники..
3	Плазменные технологические процессы очистки и травления микро- и наноструктур.
4	Электронно- и ионно- лучевые нанотехнологии.
5	Зондовые нанотехнологии.
5	Модификация поверхности и создание наноструктур с помощью зондовых технологий.

#### 1.4.4. Практические (Семинарские) занятия

Практические занятия (Семинарские занятия) не предусмотрены программой

#### 1.4.5. Лабораторные работы

Таблица 4. Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторных работ
1	Исследование процесса субмикронной контактной фотолитографии.
2	Двумерное распределение примеси под краем маски.
3	Исследование движения частиц в поле прямоугольного барьера
4	Обработка и количественный анализ АСМ изображений.
5	Моделирование процесса магнетронного распыления
6	Моделирование процесса ионной имплантации
7	Моделирование процесса зондовой модификации поверхности

#### 1.4.6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Полевое испарение. Dip-реп литография. Нанолитография методом локального анодного окисления.
2	Сканирующая и туннельная микроскопия.
3	Протонно-стимулированная диффузия.
4	Лазерная абляция. Схема и основные принципы лазерной абляции. Получение и характеристики аблированных наночастиц .
5	СЗМ принцип работы и конструкция прибора. Зонды и кантилеверы, режимы работы СЗМ (контактный, полуконтактный и бесконтактный). Колебательный режим СЗМ.
6	Артефакты и основные методы их устранения (вычитания плоскостей и поверхностей, сглаживание, фильтрация, Фурье анализ и др.) Влияния формы и размеров зонда на качество изображений и разрешающую способность СЗМ и методы их устранения (тестирование, калибровка и др.).

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

Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине (модулю) определяются учебным планом образовательной программы и действующим положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов КБГУ. При аттестации обучающихся оценивается качество работы на занятиях (умение вести дискуссию, способность чётко формулировать свои мысли), уровень подготовки к самостоятельной деятельности, качество выполнения заданий (курсовой работы, лабораторных работ и др.).

#### **1.5.1. Задания для текущего контроля**

##### **Коллоквиум**

В семестре проводятся 3 коллоквиума.

Примерные вопросы 1-го коллоквиума:

1. Лазерные технологические процессы в микроэлектронике.
2. Классификация режимов лазерной обработки.
3. Классификация лазерных технологи-ческих процессов.
4. Классификация видов термообработки и области ее применения.
5. Рекристаллизация аморфных и поликристаллических кремниевых слоёв лазерным излучением.
6. Импульсная лазерная кристаллизация аморфных слоев.
7. Лазерная кристаллизация поликремниевых лент. Лазерная абляция.
8. Схема и основные принципы лазерной абляции.
9. Получение и характеристики аблированных наночастиц .

Примерные вопросы 2-го коллоквиума:

1. Упругие взаимодействия. Неупругие взаимодействия. Тормозная способность твёрдых тел.
2. Термическая электронно-лучевая обработка.
3. Нетермическая электронно-лучевая обработка. Электронолитография. Физические основы ионной имплантации.
4. Перспективные методы ионного легирования полупроводников.
5. Ионно-стимулированные процессы.
6. Протонно-стимулированная диффузия.
7. Применение ионной имплантации для формирования структур nano-электроники.
8. Ионно-лучевая литография.

Примерные вопросы 3-го коллоквиума:

1. Плазменное травление.
2. Реактивное ионно-лучевое травление (РИЛТ).
3. Реактивное ионно-плазменное травление (РИПТ).
4. Ионно-лучевое травление (ИЛТ).
5. Радиальное травление (РТ).
6. Плазменное травление (ПТ).
7. Радиационно-стимулированное травление.
8. Механическая модификация поверхности с помощью атомно-силового микро-скопа.
9. Полевое испарение.
10. Dip-реп литография.
11. Нанолитография методом локального анодного окисления.



12. Основные направления создания устройств нанoeлектроники с помощью метода локального анодного окисления.

**Методические рекомендации**

При подготовке к коллоквиуму следует, прежде всего, просмотреть конспекты лекций и отметить в них имеющиеся вопросы коллоквиума. Если какие-то вопросы вынесены преподавателем на самостоятельное изучение, следует обратиться к учебной литературе, рекомендованной преподавателем в качестве источника сведений. Коллоквиум проводится в виде устного опроса и собеседования со студентом

**Критерии оценивания**

Степень подготовленности студента на коллоквиуме оценивается по следующим критериям: - ясность, четкость и доказательность изложения ответов на вопросы; - владение специальными терминами; системность знаний по теме коллоквиума.

Шкала оценивания подготовленности студента на коллоквиуме

Оценка			
неудовлетворительно 2 балла	удовлетворительно 4 балла	хорошо 6 баллов	отлично 8 баллов
Студент не знает значительной части вопросов, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.	Студент поверхностно знает вопросы коллоквиума, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

**Тесты**

***Образцы тестовых заданий:***

1. Отметьте правильный ответ

В ..... году был квантовый эффект Холла

- ☐ 1965  
☐ 1978  
☐ 1998  
☒ 1985

2. Отметьте правильный ответ

В .....году создан первый сканирующий туннельный микроскоп

- ☒ 1982  
☐ 1996  
☐ 2005

3. Отметьте правильный ответ

В ..... году был разработан сканирующий атомно-силовой микроскоп

- ☒ 1986

4. Что означает приставка «нано-»?

- А)  $10^{-6}$   
Б)  $10^{-10}$   
В)  $10^{-9}$   
Г)  $10^{-12}$

5. *Тонкая пленка это:*  
 А) Одномерная наноструктура  
 Б) Трехмерная наноструктура  
 В) Двухмерная наноструктура  
 Г) Нульмерная наноструктура
6. *При увеличении ширины квантовой ямы в 2 раза, значение энергии квантового уровня:*  
 А) Увеличится в 2 раза  
 Б) Уменьшится в 2 раза  
 В) Увеличится в 4 раза  
 Г) Уменьшится в 4 раза
7. *Наиболее простой путь получения нанопорошков?*  
 А) механический  
 Б) вакуумное осаждение  
 В) лазерная абляция  
 Г) плазмохимия

### **Методические рекомендации**

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

- а) готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине. Проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;
- б) четко выясните все условия тестирования заранее. Знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д.
- в) приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные (их может быть несколько). На отдельном листке ответов выпишите цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;
- г) в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант.
- д) если Вы встретили чрезвычайно трудный для Вас вопрос, не тратьте много времени на него. Переходите к другим тестам. Вернитесь к трудному вопросу в конце.
- е) обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

### **Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>			
<b>неудовлетворительно 0 баллов</b>	<b>удовлетворительно 3 балла</b>	<b>хорошо 4 балла</b>	<b>отлично 5 баллов</b>
Менее 50 % правильно выполненных заданий.	50-70% правильно выполненных заданий.	71-85% правильно выполненных заданий.	86-100% правильно выполненных заданий.

### **Задания для лабораторных занятий**

#### **Пример типовой лабораторной работы**

##### *«Исследование движения частиц в поле прямоугольного барьера»*

Целью работы является ознакомление с задачами моделирования процесса прохождения электрона через энергетический барьер и методикой расчета его волновых функций, плотностей вероятности, коэффициентов отражения для значений энергии электрона меньшей, равной и большей высоты барьера при фиксированной ширине барьера.

## **Методические рекомендации**

Выполнение каждой лабораторной работы складывается из следующих этапов.

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

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

3. Составление отчета о проделанной работе.

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

- задание;
- схема установки и описание методики измерений;
- первичные экспериментальные результаты за подписью преподавателя;
- результаты обработки экспериментальных данных, включая графики, таблицы;
- общие выводы о работе и заключение, о качестве исследованных материалов.

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

4. После представления отчета студент должен иметь, как минимум, поверхностные знания по контрольным вопросам к работе, имеющимся в методических указаниях, и ему выставляется балл, которым оценена данная лабораторная работа.

### **1.5.2. Промежуточная аттестация**

#### **Список основных вопросов к устному экзамену**

1. Лазерные технологические процессы в микроэлектронике.
2. Классификация режимов лазерной обработки.
3. Классификация лазерных технологических процессов.
4. Классификация видов термообработки и области ее применения.
5. Рекристаллизация аморфных и поликристаллических кремниевых слоёв лазерным излучением.
6. Импульсная лазерная кристаллизация аморфных слоев.
7. Лазерная кристаллизация поликремниевых лент. Лазерная абляция.
8. Схема и основные принципы лазерной абляции.
9. Получение и характеристики аблированных наночастиц.
10. Упругие взаимодействия. Неупругие взаимодействия. Тормозная способность твёрдых тел.
11. Термическая электронно-лучевая обработка.
12. Нетермическая электронно-лучевая обработка. Электронолитография. Физические основы ионной имплантации.
13. Перспективные методы ионного легирования полупроводников.
14. Ионно-стимулированные процессы.

15. Протонно-стимулированная диффузия.
16. Применение ионной имплантации для формирования структур нано-электроники.
17. Ионно-лучевая литография.
18. Плазменное травление.
19. Реактивное ионно-лучевое травление (РИЛТ).
20. Реактивное ионно-плазменное травление (РИПТ).
21. Ионно-лучевое травление (ИЛТ).
22. Радиальное травление (РТ).
23. Плазменное травление (ПТ).
24. Радиационно-стимулированное травление.
25. Механическая модификация поверхности с помощью атомно-силового микроскопа.
26. Полевое испарение.
27. Dip-реп литография.
28. Нанолитография методом локального анодного окисления.
29. Основные направления создания устройств наноэлектроники с помощью метода локального анодного окисления.
30. Сканирующая атомно-силовая: основы метода, аппаратная реализация, режимы сканирования, объекты и параметры измерения.
31. Сканирующая туннельная микроскопия: основы метода, аппаратная реализация, режимы сканирования, объекты исследования, параметры измерения и разрешение.
32. Сканирующая электронно-растровая микроскопия: основы метода, аппаратная реализация, режимы сканирования, объекты исследования, параметры измерения и разрешение.
33. Просвечивающая электронная микроскопия: основы метода, аппаратная реализация, режимы сканирования, объекты исследования, параметры измерения и разрешение.
34. Магнитно-силовая микроскопия: основы метода, аппаратная реализация, режимы сканирования, объекты исследования, параметры измерения и разрешение.
35. Физические и физико-химические основы направленного изменения свойств и характеристик нанообъектов, наноматериалов и нано-структур.
36. Роль поверхности в формировании свойств нанообъектов и наноматериалов.
37. Химические модификации нанообъектов и наноструктур.
38. Электрохимические методы модификации нанообъектов и наноструктур.
39. Ионно- и плазменные методы модификации наноматериалов и наноструктур.
40. Лазерные методы модификации.
41. Управление свойствами наноматериалов методами физического и химического диспергирования.

### ***Методические рекомендации***

Подготовка студентов к экзамену включает проработку лекций, в течение семестра и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену, включая, конечно, подготовку к коллоквиумам, тестированию, выполнению лабораторных работ и их защите.

Для подготовки к ответам на экзаменационные вопросы (они выдаются в конце семестра) студент должен использовать не только курс лекций, но и основную и дополнительную литературу для выработки умения давать развернутые ответы на поставленные вопросы.

В ходе подготовки к экзамену студенту необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания изучаемых вопросов. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных систематизированных знаний ана-

литическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к экзамену должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

#### Критерии оценивания

Оценка			
неудовлетворительно 0 баллов	удовлетворительно 3 балла	хорошо 4 балла	отлично 5 баллов
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий.	Посещение не менее 60% лекционных и практических занятий.	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий.	Посещение не менее 85% лекционных и практических занятий.
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос.	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объёме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

### 1.6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
Способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)	<u>Знать</u> : основные правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности;	Коллоквиум Тестирование
	<u>Умеет</u> самостоятельно осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных по свойствам, технологии получения применению материалов электронной технике, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;	Выполнение и защита лабораторных работ Тестирование
	<u>Владеет</u> методами и способами самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, связанных с технологической подготовкой производства материалов и структур электронной техники;	Выполнение и защита лабораторных работ
Способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику эксперименталь-	<u>Знает</u> – основные методы диагностики параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; – способы планирования, подготовки,	Коллоквиум Тестирование

ного исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения (ПК-2)	организации и выполнения научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы направленной на получение и измерение параметров наноматериалов и наноструктур; методы оформления ее результатов.	
	<u>Умеет</u> организовать и проводить экспериментальные исследования параметров наноматериалов и наноструктур с применением современных средств и методов автоматизации эксперимента.	Выполнение лабораторных работ Тестирование
	<u>Владеет</u> первичными навыками работы с современным исследовательским оборудованием, применяемом для измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.	Выполнение и защита лабораторных работ

### 1.7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### **Основная литература**

- 1.Альтудов Ю.К., Гарицын А.Г. Лазерные микротехнологии и их применения в электронике. – М.: Радио и связь, 2001. – 632 с.
2. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 664 с.
3. Вендик О.Г., Горин Ю.Н., Попов В.Ф. Корпускулярно-фотонная технология – М.: Высшая школа, 1984. – 240 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Нанотехнологии. Физика. Процессы. Диагностика. Приборы. // Под редакцией В.В. Лучинина, Ю.М. Таирова. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2006 – 551с.
2. Нанотехнологии в электронике // Под редакцией члена – корреспондента РАН Ю.А. Чаплыгина. Москва, Техносфера, 2005 – 446с.
3. Павлов Л.П., Методы измерения параметров полупроводниковых материалов. М.: Высшая школа. 1987. 240 с.
4. Пул, Ч. Нанотехнологии: пер. с англ.: учеб. пособие / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. - М.: Техносфера, 2004. - 327 с.
5. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований: пер. с англ. / Дж. Уайтсайдс, Д. Эйглер, Р. Андерс; ред.: М. К. Роко, ред.: Р. С. Уильямс, ред. П. Аливисатос. - М.: Мир, 2002. - 292 с.
6. 10. ГО С Т Р 56748 .1—2015/ISO/TS 12901-1:2012: Наноматериалы.
7. [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) - Справочно-информационная система «Консультант плюс».
8. <http://www.garant.ru/> - Справочно-информационная система «Гарант».

#### **Интернет - ресурсы**

3. <http://bookfi.org/>- учебные пособия и учебные книги
4. <http://plasma.isuct.ru.> - база данных по материалам электронной техники
5. Электронные версии журналов: “Физика твердого тела”, “Журнал технической физики”, “Письма в журнал технической физики”, “Физика и техника полупроводников”  
<http://journals.ioffe.ru>.
6. [www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru) – Сайт о нанотехнологиях в России.
7. [www.nanodigest.ru](http://www.nanodigest.ru) – Интернет - журнал о нанотехнологиях

8. [www.nano-info.ru](http://www.nano-info.ru) - Сайт о современных достижениях в области микро- и нанотехнологий
9. [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru) – Сайт нанотехнологического сообщества ученых, студентов и любителей нанотехнологий
10. [www.nano-portal.ru](http://www.nano-portal.ru) - Портал посвящен развитию нанотехнологий и их внедрению в производство.
5. [www.portalnano.ru/read/databases](http://www.portalnano.ru/read/databases) - База данных Федерального интернет-портала «Нанотехнологии и наноматериалы» -

### **1.8. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий**

1. Студенты имеют доступ к единому образовательному portalу, где могут в открытом доступе пользоваться ресурсами учебно-методической литературы, являющимися разработками ведущих ВУЗОВ России.
2. Для рейтингового контроля используется система компьютерного тестирования на базе программного обеспечения Moodle.
3. При выполнении лабораторного практикума студенты в обязательном порядке проводят обработку экспериментальных данных с применением программных пакетов Microsoft Office, MathCad, WinZip.
4. В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерные классы с современным программным обеспечением и имеющим выход в Интернет.

### **1.9. Материально-техническое обеспечение работы**

Специализированная лекционная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного типа, оснащена мультимедийным проектором, рабочими местами студентов и преподавателя.

Мультимедийная презентация, сопровождающая лекцию, позволяет преподавателю акцентировать внимание студенческой аудитории на ключевых вопросах лекции.

Студенты имеют доступ через интернет к единому образовательному portalу, где в открытом доступе имеются ресурсы учебно-методической литературы, являющиеся разработками ведущих ВУЗов России.

Дисциплина обеспечена:

- тестовым материалами в электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет);
- книжным фондом библиотеки;
- электронными версиями лекций и учебников.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, оснащенных компьютерами с установленным необходимым программным обеспечением.

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

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются лицензионное программное обеспечение:

Продукты Microsoft (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

AltLinux (Альт Образование 8);

свободно распространяемые программы:

Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;

WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;

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:

альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

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, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).



## Б1.В.11 «КОРПУСКУЛЯРНО ЗОНДОВАЯ НАНОТЕХНОЛОГИЯ»

№ п/п	Элемент (пункт)РДП	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

*Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры*  
*электроники и цифровых информационных технологий,*  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Заведующий кафедрой**

\_\_\_\_\_ / **Р.Ш. Тешев** \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
подпись                  расшифровка подписи                  дата