

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

Институт информатики, электроники и компьютерных технологий

Кафедра электроники и и цифровых информационных технологий

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

Директор института

Тешев Р.Ш.

Черкесова Н.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Б1.В.ДВ.05.02 Физические свойства наноструктур и наноструктурированных материалов»**

Направление подготовки

**11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

Профиль

**Современные информационные технологии в электронной технике**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Нальчик, 2021

Рабочая программа дисциплины **«Физические свойства наноструктур и наноструктурированных материалов»** /сост.Кармокова Р.Ю. – Нальчик: КБГУ, 2021 г., 11 с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, 7 семестра, 4 курса.

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

## Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
4. Содержание и структура дисциплины.....	4
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости.....	6
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.....	8
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	9
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	10
Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	11

## **1. Цель и задачи освоения дисциплины**

### **Цель:**

формирование у студентов знаний в области физико-химических основ методов получения, анализа и применения наноматериалов, а также представления о современном состоянии и перспективах развития нанотехнологий.

### **Задачи:**

- ознакомить студентов с историей развития и перспективами нанотехнологий;
- ознакомить с методами синтеза и анализа наноматериалов;
- показать современные направления применения наноматериалов и нанотехнологий.

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

Дисциплина «Физические свойства наноструктур и наноструктурированных материалов» предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и микроэлектроника, 7 семестра, 4 курса и относится к дисциплинам по выбору вариативной части.

Основой для изучения данной дисциплины являются курсы:

- «Химия»,
- «Материалы электронной техники»,
- «Термодинамика межфазных границ в макро и наносистемах»

Курс «Физические свойства наноструктур и наноструктурированных материалов» необходим для формирования углубленных знаний при подготовке специалистов в области современных нанотехнологий, материаловедения, в том числе получения функциональных наноматериалов.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

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

### **общекультурных компетенций (ОК):**

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

### **общепрофессиональных компетенций**

- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);

### **профессиональных компетенций**

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- историю открытия, основы синтеза, строение и свойства наноматериалов, а также современные направления применения нанотехнологий;
- физические основы методов анализа физико-химических свойств наноматериалов и их возможности.

### **Уметь:**

- применять полученные знания для решения практических задач в области разработки нанотехнологического оборудования.

### **Владеть:**

- навыками анализа физико-химических свойств наноматериалов методами низкоэнергетической электронной спектроскопии и зондовой микроскопии.

**Приобрести опыт деятельности:**

- в области моделирования физических процессов для наноразмерных объектов.

**4. Содержание и структура дисциплины**

Таблица 1. Содержание дисциплины

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1.	Методы синтеза наноматериалов	Основные понятия нанотехнологий Классификация наноматериалов Квантово-размерные эффекты и их влияние на свойства наноматериалов Различные методы получения нанопорошков Синтез углеродных наноматериалов.	ЛР, К, Т
2.	Методы анализа наноматериалов	Особенности изучения наноматериалов Электронные и ионные методы анализа Дифракционные метод анализа Рентгеновские методы анализа Зондовая микроскопия.	ЛР, К, Т
3.	Применение наноматериалов и нанотехнологий	Уникальные свойства и применение наноматериалов Применение углеродных нанотрубок в композитах Использование углеродных наноматериалов в функциональных устройствах электроники Применение современных наноматериалов в медицине.	ЛР, К, Т

**Структура дисциплины**

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	7 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>56</b>	<b>56</b>
Лекционные занятия (Л)	28	28
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Семинарские занятия (СЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	28	28
<b>Самостоятельная работа (в часах):</b>	<b>52</b>	<b>52</b>
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	-	-
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа (К)		
Самостоятельное изучение разделов/тем	52	52
Курсовая работа (КР) / Курсовой проект (КП) (КР)	-	-
<b>Подготовка и прохождение промежуточной аттестации</b>	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	зачет	зачет

**Лекция** -устное последовательное изложение теоретического материала учебного курса, обеспечивающее целостность и законченность его восприятия студентами. Лекции ведутся строго

по плану, но предусматривают некоторое время на более подробное изучение непонятных студентам разделов. Лекции проводятся с применением мультимедийных технологий (презентация, интерактивная модель, видеоматериалы по теме лекции) для более эффективного восприятия студентами информации (формул, чертежей, моделей).

Лекция включает в себя:

- обобщение полученных ранее результатов (при необходимости)
- формулирование темы лекции, цели и задач ее изучения
- вводная часть
- основная часть лекции
- краткие выводы по изученным разделам
- обсуждение выводов и ответы на вопросы студентов

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1	Основные понятия нанотехнологий.
2	Классификация наноматериалов
3	Квантово-размерные эффекты и их влияние на свойства наноматериалов
4	Различные методы получения нанопорошков
5	Синтез углеродных наноматериалов
6	Особенности изучения наноматериалов
7	Электронные и ионные методы анализа
8	Дифракционные метод анализа
9	Рентгеновские методы анализа
10	Зондовая микроскопия
11	Уникальные свойства и применение наноматериалов
12	Применение углеродных нанотрубок в композитах
13	Использование углеродных наноматериалов в функциональных устройствах электроники
14	Применение современных наноматериалов в медицине

Практические занятия (Семинарские занятия) не предусмотрены программой

**Лабораторное занятие** – форма учебного занятия при которой студент под руководством преподавателя проводит естественные или имитационные эксперименты или опыты с целью подтверждения отдельных теоретических положений изучаемой дисциплины, приобретает практические навыки работы с лабораторным оборудованием, измерительной аппаратурой и вычислительной техникой. Лабораторные занятия проводятся с применением научно-исследовательского оборудования в лаборатории физики поверхности КБГУ и с применением имитационного моделирования физических процессов в компьютерных классах КБГУ.

Лабораторная работа включает в себя:

- инструктаж по технике безопасности
- вводную часть
- знакомство с описанием лабораторной работы
- допуск к выполнению лабораторной работы
- выполнение лабораторной работы
- анализ и обработка результатов
- подготовка отчета по лабораторной работе
- представление и защита отчета

Таблица 4. Лабораторные работы.

№ п/п	Тема
1	Компьютерное моделирование взаимодействия наночастиц и объемной фазы.
2	Обработка экспериментальных данных с помощью пакета Origin
3	Обработка СТМ изображений и построение 3D профиля поверхности
4	Измерение поверхностных свойств функциональных нанослоев методами низкоэнергетической электронной спектроскопии

**Самостоятельное изучение разделов дисциплины** - организуется с целью развития навыков работы с учебной и научной литературой, выработки способности вести научно-исследовательскую работу, а также для систематического изучения дисциплины. При самостоятельном изучении разделов студенты могут пользоваться возможностями электронно-библиотечной среды КБГУ и открытыми источниками в сети Интернет.

Самостоятельное изучение разделов дисциплины включает в себя:

- знакомство с темой
- самостоятельный поиск и анализ информации по изучаемой теме
- обсуждение с преподавателем темы в свободное время (в том числе с помощью личного сайта преподавателя и социальных сетей)
- подготовка краткого доклада по теме (при необходимости)

Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Промышленные методы синтеза нанопорошков
2.	Влияние условий синтеза на свойства углеродных нанотрубок
3.	Нanomатериалы в перспективных направлениях электроники (оптоэлектроника, криоэлектроника и квантовые компьютеры)

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

**Коллоквиум** – собеседование преподавателя с обучающимся с целью контроля глубины усвоения теоретического материала. Коллоквиум проводится в соответствии с положением об балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>).

Коллоквиум включает в себя:

- вводную часть
- раздачу вопросов студентам
- время на самостоятельную подготовку
- опрос студентов
- оценку ответов
- оглашение результатов коллоквиума

### Вопросы, выносимые на коллоквиум:

1. Классификация методов получения наноматериалов.
2. Нанопленки и методы их получения.
3. Механические методы получения нанопорошков.
4. Химическое парофазное осаждение.
5. Эпитаксиальный рост нанопленок.
6. Получение нанопорошков методом размола.

### Методические указания к коллоквиуму:

В конце каждой лекции по дисциплине студентам озвучиваются контрольные вопросы. При подготовке к коллоквиуму необходимо проработать изученные вопросы. Основным материалом для подготовки является конспект лекций и основная литература по дисциплине.

**Критерии оценивания коллоквиума:**

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

**Доклад** не предусмотрен программой

**Реферат** не предусмотрен программой

**Тестирование** – метод автоматизированной диагностики успеваемости обучающихся, позволяющий с помощью компьютерной техники и специального программного обеспечения проводить опрос группы студентов. Тесты проводятся в соответствии с положением об балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>). По дисциплине создан фонд тестовых заданий для контроля в компьютерной форме, текущей успеваемости студентов. Полный перечень тестов приводится в банке тестовых заданий КБГУ. Доступ к тестам реализован на сайте информационной системы КБГУ (<http://open.kbsu.ru/>).

**Методические указания к тестированию:**

В конце каждой лекции по дисциплине студентам озвучиваются контрольные вопросы. При подготовке к тестированию необходимо проработать изученные вопросы. При подготовке к тестам необходимо учитывать строгое ограничение по времени тестирования.

**Критерии оценивания тестирования:**

Результаты тестирования. Количество баллов =  $5 \cdot P/V$ , P - количество правильно отвеченных тестов по теме, V – количество вопросов по теме ( $V=20-30$ ).

**Образцы тестовых заданий:**

*I: ТЗ № 1*

*S: Получение нанопленок за счет плазмохимического процесса, используемого для получения высокочистых твёрдых материалов:*

- +: Химическое парофазное осаждение*
- : Молекулярно-лучевая эпитаксия*
- : Метод термического испарения в вакууме*
- : Метод магнетронного распыления*

*I: ТЗ № 2*

*S: Эпитаксию делят на 2 вида:*

- : Автоэпитаксия и квантовая эпитаксия*
- +: Гетероэпитаксия и гомоэпитаксия*
- : Диффузионная и бездиффузионная*
- : Химическая и нехимическая*

*I: ТЗ № 3*

*S: Распыление материала мишени-катода при его бомбардировке ионами рабочего газа, образующимися в плазме тлеющего разряда, возбуждаемого в скрещенных электрическом и магнитном полях – это метод:*

- : Химическое парофазное осаждение*
- : Молекулярно-лучевая эпитаксия*
- : Метод термического испарения в вакууме*
- +: Метод магнетронного распыления*

**Задания для практических и лабораторных занятий.**



Оценка лабораторных работ проводится в соответствии с положением об балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>). Задания для лабораторных занятий приведены в описаниях лабораторных работ, доступных на сайте информационной системы КБГУ (<http://open.kbsu.ru/>).

#### **Методические указания к лабораторным работам:**

При подготовке к лабораторной работе необходимо повторить соответствующие разделы в конспекте лекций и подробно ознакомиться с описанием лабораторной работы. При проведении измерений необходимо следить за условиями измерений и при необходимости повторять некоторые из них. При сдаче отчета необходимо строго следовать требованиям к отчетам, приведенным в описании лабораторной работы.

#### **Критерии оценивания лабораторных работ:**

- понимание цели и задач работы
- допуск к работе (понимание теоретических основ метода измерения)
- выполнение измерений и обработка результатов (точность измерений)
- отчет и защита лабораторной работы (умение анализировать результаты экспериментальных измерений и представлять отчетную документацию)

#### **Промежуточная аттестация**

**Зачет** - форма проверки знаний и навыков студентов, полученных во время контактной работы, а также обязательных самостоятельных работ. Зачет проводится в соответствии с положением об балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>).

#### **Список вопросов, выносимых на зачет:**

1. Классификация наноматериалов
2. Классификация методов получения наноматериалов
3. Химическое парафазное осаждение
4. Молекулярно-лучевая эпитаксия
5. Механизмы роста нанопленок при эпитаксии
6. Метод термического испарения в вакууме
7. Эпитаксия из газовой фазы
8. Получение нанопорошков методом размола
9. Вибрационные метод измельчения
10. Получение наноматериалов электрическим взрывом проводника
11. Вакуум-сублимационная технология
12. Сканирующая зондавая микроскопия
13. Просвечивающая электронная спектроскопия.
14. Углеродные нанотрубки и методы их получения.
15. Золь-гель метод.
16. Интенсивная пластическая деформация.
17. Метод контролируемой кристаллизации из аморфного состояния.
18. Спекание под давлением.
19. Гидроэкструзия.
20. Методы конструирования нанообъектов.
21. Принцип самоорганизации. при выращивании наноструктур
22. Квантоворазмерные структуры.

#### **Методические указания к зачету:**

На зачете проверяется сформированность знаний по дисциплине в целом. При подготовке к зачету необходимо проработать все изученные разделы дисциплины, в том числе и вынесенные на самостоятельное изучение. Основным материалом для подготовки является конспект лекций и основная литература по дисциплине.

**Критерии оценивания зачета:**

- ясность, четкость и доказательность изложения ответов на вопросы;
- владение специальными терминами;
- системность знаний по тематике дисциплины в целом

**6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

Таблица 6. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

<b>Результаты обучения (компетенции)</b>	<b>Основные показатели оценки результатов обучения</b>	<b>Вид оценочного материала</b>
Способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Планирует собственную работу в рамках самообразования.</li> <li>• Использует результаты самообразования для решения профессиональных задач.</li> <li>• Понимание значения самообразования для профессиональной деятельности.</li> <li>• Использование результатов самообразования в профессиональной деятельности.</li> <li>• Умение планировать и реализовывать план работы.</li> </ul>	Коллоквиум Выполнение лабораторных работ Тестирование
Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает историю открытия, основы синтеза, строение и свойства наноматериалов, а также современные направления применения нанотехнологий</li> <li>• Умеет применять полученные знания для решения практических задач в области разработки нанотехнологического оборудования;</li> <li>• Умеет логически мыслить, оперировать с абстрактными объектами и быть корректным в употреблении математических понятий и символов для выражения количественных и качественных отношений;</li> <li>• Владеет терминологией, методами решения систем линейных и алгебраических уравнений, основами векторной алгебры и аналитической геометрии, методами дифференциального интегрального</li> </ul>	Коллоквиум Выполнение лабораторных работ Тестирование

	исчисления, методами исследования функции и построения графиков, методами решения дифференциальных уравнений и систем;	
Способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения (ПК-2).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает физические основы методов анализа физико-химических свойств наноматериалов и их возможности.</li> <li>• Владеет навыками анализа физико-химических свойств наноматериалов методами низкоэнергетической электронной спектроскопии и зондовой микроскопии.</li> <li>• Имеет опыт деятельности в области моделирования физических процессов для наноразмерных объектов.</li> </ul>	Коллоквиум Выполнение лабораторных работ Тестирование

Оценочные средства для контроля знаний студентов по дисциплине определяются в соответствии с учебным планом образовательной программы и в соответствии с положением об балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>). При аттестации обучающихся оценивается качество работы на занятиях, уровень подготовки к самостоятельной деятельности и качество выполнения заданий.

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. Физико-химические основы нанотехнологий [Электронный ресурс]: методические указания / . — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 64 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63530.html> — ЭБС «IPRbooks».
2. Афонский А.А. Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике [Электронный ресурс] / А.А. Афонский, В.П. Дьяконов. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 688 с. — 978-5-4488-0055-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63585.html> — ЭБС «IPRbooks».
3. Дробот П.Н. Нанoeлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / П.Н. Дробот. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 286 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72141.html> — ЭБС «IPRbooks».
4. Растворова И.И. Электроника и нанoeлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.И. Растворова, В.Г. Терехов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2016. — 205 с. — 978-5-94211-763-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71712.html> — ЭБС «IPRbooks».

### **Дополнительная литература**

1. П.Н. Дьячков. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применение /П.П. Дьячков. – М.: БИНОМ. Лабораторные занятия, 2006. – 29 с.: ил.
2. Нанонаука и нанотехнологии Энциклопедия систем жизнеобеспечения/ Ред. Осама О. Аваделькарим и др., М., 2010г.
3. Витязь П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Витязь П.А., Свидунович Н.А.— Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2010.— 302 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20108>.— ЭБС «IPRbooks».
4. Гришин В.М., Гришин С.В. Углеродные нанотрубки. Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2008. -124с.
5. Губин С.П., Ткачев С.В. Графен и родственные наноформы углерода. Изд. 2-е. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 104с.

### **Периодические издания**

1. Неорганическая химия (журнал)
2. Коллоидный журнал (журнал)
3. Перспективные материалы (журнал)

### **Интернет ресурсы**

1. Nanotechnology Industries (<http://www.nanoindustries.com>)
2. Нанотехнологическое сообщество «Нанометр» (<http://www.nanometer.ru>)
3. Аналитический портал химической промышленности (<http://www.newchemistry.ru>)
4. Журнал «В мире науки» (<http://www.sciam.ru>)
5. Официальный сайт Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>)
6. Проект «Открытый университет» КБГУ (<http://open.kbsu.ru>)
7. Электронная библиотека КБГУ (<http://lib.kbsu.ru>)
8. Электронно-библиотечная система IPR Books (<http://www.iprbookshop.ru>)
9. ЭБС "Консультант студента" (<http://www.studentlibrary.ru/>)
10. Научная электронная библиотека eLibrary (<https://elibrary.ru>)
11. Консультант плюс (<http://www.consultant.ru/>)
12. Гарант (<http://www.garant.ru/>)

### **Методические указания по проведению различных занятий**

Методические указания приводятся в описании всех лабораторных работ, предусмотренных настоящим курсом. Доступ к описаниям лабораторных работ реализован на сайте информационной системы КБГУ (<http://open.kbsu.ru/>).

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

**Лекционная часть курса** проводится в аудиториях, оснащенных проектором и интерактивной доской.

**Лабораторный практикум** студентов выполняется в учебно-научной лаборатории и в компьютерных классах с современным программным обеспечением и выходом в Интернет. Лаборатория физики поверхности укомплектована следующим оборудованием:

- дифрактометр медленных электронов;
- электронный Оже-спектрометр;

#### **Перечень программных продуктов:**

- Продукты MICROSOFT (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription) № V 2123829;

- Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition № лицензии 17E0-180427-050836-287-197;
- Academic MathCAD License
- Архиватор 7z (бесплатное ПО)
- Программа для работы с pdf публикациями Adobe Reader (бесплатное ПО);
- Пакет математического анализа SMath Studio (бесплатное ПО) или Maplesoft Maple;
- Система построение графиков SciDAVis (бесплатное ПО) или OriginPro;
- Среда разработки виртуальных приборов MyOpenLab (бесплатное ПО) или NI LabView.

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 разграничением доступа к информации.

Электронная информационно-образовательная среда организации позволяет осуществить работу обучающихся из любой точки доступа, в том числе извне ВУЗа.

В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативной версией 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;
4. 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  
«Физические свойства наноструктур и наноструктурированных материалов»  
по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника  
на 2021 – 2022 учебный год**

[illegible]

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

**Заведующий кафедрой**

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