

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ряполов Петр Алексеевич

Должность: декан ЕНФ

Дата подписания: 06.10.2024 16:14:33

Уникальный программный ключ:

efd3ecd9bd183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Физика наносистем»**

**Цель проведения дисциплины:** формирование у будущих инженеров, младших научных сотрудников навыков постановки и решения инженерных и научно-технических задач в области нанотехнологий и микросистемной техники для успешной профессиональной деятельности в данной сфере.

**Задачи изучения дисциплины:** формирование знаний базовых физических принципов построения и функционирования наносистем; формирование умений и навыков по применению теоретических положений к описанию свойства наносистем.

### **Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области (УК-1.5);
- Использует научный инструментарий различных областей физики для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники. (ОПК-1.2);
- Использует физико-химический подход для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники. (ОПК-1.3);
- Составляет план научно-исследовательской деятельности, включая литературный поиск, сроки и последовательность экспериментальной работы, обсуждения и анализа результатов. (ОПК-4.1);
- Проводит патентный поиск в профессиональной области. (ОПК-5.1).

### **Разделы дисциплины**

Введение. Атомы, молекулы и наносистемы. Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда. Углеродные наноструктуры. Фотонные, оптические кристаллы. Наносистемы и квантовая оптика. Бионаносистемы. Спинтронные наносистемы. Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

естественно-научного  
(наименование ф-та, полностью)

Ряполов П.А.  
(подпись, фамилия, инициалы)

« 31 » августа 20 24 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика наносистем

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника,  
(шифр и наименование направления подготовки)

направленность (профиль) «Нанотехнологии»  
(наименование направленности (профиля))

форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

ОПОП ВО реализуется по модели дуального обучения

Курс – 2024

Рабочая программа дисциплины составлена:

– в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, утвержденным приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 921;

– на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 от 27.03.2024).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для дуального обучения студентов по ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии» на заседании кафедры нанотехнологии, микроэлектроники, общей и прикладной физики

(наименование кафедры)

(протокол № 1 от 31.08.2024).

Зав. кафедрой



А.Е. Кузько

Разработчик программы

к. ф.-м. н., доцент



И.В. Локтионова

Согласовано: на заседании кафедры нанотехнологии, микроэлектроники, общей и прикладной физики

(наименование кафедры)

(протокол № 1 от 31.08.2024).

Зав. кафедрой



А.Е. Кузько

/ Директор научной библиотеки Мрещя Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО дуального обучения 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № \_\_ от \_\_.\_\_.\_\_), на заседании кафедры нанотехнологии, микроэлектроники, общей и прикладной физики

(наименование кафедры)

(протокол № \_\_ от \_\_.\_\_.\_\_).

Зав. кафедрой

А.Е. Кузько

## 1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

### 1.1 Цель дисциплины

Цель дисциплины – формирование у будущих инженеров, младших научных сотрудников навыков постановки и решения инженерных и научно-технических задач в области нанотехнологий и микросистемной техники для успешной профессиональной деятельности в данной сфере.

### 1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплины являются:

- формирование знаний базовых физических принципов построения и функционирования наносистем;
- формирование умений и навыков по применению теоретических положений к описанию свойства наносистем.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

| <i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i> |   | <i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>   | <i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>   |
|---|---|---|--|
| <i>код компетенции</i>  | <i>наименование компетенции</i>   |   |  |
| УК-1  | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий. | УК-1.5<br>Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области. | <b>Знать:</b><br>– логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в сфере физики наносистем.<br><b>Уметь:</b><br>– критически оценивать современные концепции философского и социального характера в сфере физики наносистем.<br><b>Владеть (или Иметь опыт)</b> |

| <i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i> |  | <i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>   | <i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>   |
|---|--|---|--|
| <i>код компетенции</i>  | <i>наименование компетенции</i>  |   |  |
|   |  |   | <b>деятельности):</b><br>– навыками использования логико-методологического инструментария для оценки современных концепций социального и философского характера в сфере физики наносистем.   |
| ОПК-1   | Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей. | ОПК-1.2<br>Использует научный инструментарий различных областей физики для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники. | <b>Знать:</b><br>– логику рассуждений и высказываний, основанных на анализе и интерпретации данных;<br>– методы интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники;<br>– физическую природу проблем в области нанотехнологий, методы и средства их решения;<br>– элементную базу и типовое оборудование;<br>– типовые программные продукты, ориентированные на решение задач моделирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.<br><b>Уметь:</b><br>– применять базовые знания для определения физико-технических свойств функциональных наноструктурированных материалов;<br>– применять программное обеспечение для решения типовых задач синтеза и анализа материалов и компонентов наносистемной техники.<br><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b><br>– понятийным аппаратом |

| <i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i> |                                 | <i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>  | <i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>  |
|---|---------------------------------|--|---|
| <i>код компетенции</i>  | <i>наименование компетенции</i> |  |   |
|   |                                 |  | <p>нанотехнологий в своей предметной области;</p> <p>– методами численного моделирования физико-химических процессов и явлений, лежащих в основе нанотехнологии;</p> <p>– методами решения дифференциальных и алгебраических уравнений, дифференциального и интегрального исчисления, аналитической геометрии, теории вероятностей и математической статистики, математической логики, функционального анализа.</p>   |
|   |                                 | <p><b>ОПК-1.3</b><br/>Использует физико-химический подход для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.</p> | <p><b>Знать:</b><br/>– физико-химический подход для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.</p> <p><b>Уметь:</b><br/>– использовать физико-химический подход для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.</p> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> |

| <i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i> |   | <i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>   | <i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>  |
|---|---|---|---|
| <i>код компетенции</i>  | <i>наименование компетенции</i>   |   |   |
|   |   |   | – навыками физико-химического подхода для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники   |
| ОПК-4   | Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов. | ОПК-4.1 Составляет план научно-исследовательской деятельности, включая литературный поиск, сроки и последовательность экспериментальной работы, обсуждения и анализа результатов. | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные тенденции развития методов характеристики материалов и наноструктур;</li> <li>– физические принципы основных экспериментальных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем;</li> <li>– условия реализации основных экспериментальных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем;</li> <li>– границы применения методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать оптимальные методы исследования необходимых свойств наноструктур;</li> <li>– выбирать оптимальные методы диагностики необходимых свойств</li> </ul> |

| <i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i> |   | <i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i> | <i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций</i>   |
|---|---|---|--|
| <i>код компетенции</i>  | <i>наименование компетенции</i>   |   |  |
|   |   |   | <p>наноструктур;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить экспериментальные исследования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами эффективного поиска информации по современным методам исследований компонентов и материалов нано и микросистемной техники;</li> <li>– методиками экспериментального исследования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники;</li> <li>– методами обработки результатов измерения параметров и характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.</li> </ul> |
| ОПК-5   | Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов. | ОПК-5.1<br>Проводит патентный поиск в профессиональной области.                           | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ресурсы получения патентной информации.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить расширенный поиск патентной информации по определенной теме с использованием информационных технологий.</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками систематизации и анализа результатов патентного поиска и составления отчета с использованием информационных технологий.</li> </ul>  |

## 2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Физика наносистем» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы магистратуры 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», реализуемой по модели дуального обучения.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

Дисциплина имеет практико-ориентированный характер и изучается до прохождения обучающимися учебно технологической (проектно-технологической) практики, завершающей данный семестр.

## 3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 зачетные единицы (з.е.), 180 академических часов.

Таблица 3 – Объем дисциплины

|   |  |
|---|--|
| Виды учебной работы   | Всего, часов   |
| Общая трудоемкость дисциплины   | 180  |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего) | 58,15  |
| в том числе:  |  |
| лекции  | 14   |
| лабораторные занятия  | 14 , из них практическая подготовка обучающихся – 8. |
| практические занятия  | 28, из них практическая подготовка обучающихся – 4.  |
| Самостоятельная работа обучающихся (всего)                                      | 94,85  |
| Контроль (подготовка к экзамену)  | 27   |
| Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)                     | 2,15   |
| в том числе:  |  |
| зачет   | не предусмотрен                                      |
| зачет с оценкой   | не предусмотрен                                      |
| курсовая работа   | 1  |
| экзамен (включая консультацию перед экзаменом)                                  | 1.15   |

## 4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины   | Содержание   |
|-------|--|--|
| 1     | 2  | 3  |
| 1     | Введение.  | Основные цели и задачи изучения дисциплины. Современное значение физики наносистем.  |
| 2     | Атомы, молекулы и Наносистемы.   | Электронные оболочки в атомах, квантовые числа. Уравнение Шредингера, водородоподобный атом.   |
| 3     | Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда. | Конденсированное состояние материи. Методы получения атомных кластеров, квантовых точек, проволоки, трубки, ямы. Гетероструктуры. Физические свойства и эффекты. Многообразие электронных наносистем. Применение.  |
| 4     | Углеродные наноструктуры.  | Фуллерены, графен, углеродные нанотрубки. Описание физических свойств. Методы получения. Применение.   |
| 5     | Фотонные, оптические кристаллы.  | Получение, свойства, применение.   |
| 6     | Наносистемы и квантовая оптика.  | Принципы работы оптического лазера. Классификация лазеров. Синхротронное излучение. Интенсивные атто- и фемто-секундные лазеры. Двухфотонные процессы, стимулированное Рамановское рассеяние и другие оптические эффекты.  |
| 7     | Бионаносистемы.  | Классификация, методы получения. Использование плазмонных возбуждений нано кластеров для диагностики и лечения заболеваний. Наноконтейнеры. Оптические свойства биотканей и плазмонные резонансы. Кластеры-зонды. Фотодеструкция клеток.   |
| 8     | Спинтронные наносистемы.   | Получение, свойства, физические принципы работы.   |
| 9     | Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем.  | Теоретические модели и их использование. Элементарная теория Друде. Правила сумм. Теория функционала плотности (DFT) как базовый микроскопический метод изучения наносистем. Функционал Кона-Шема и обменно-корреляционный член. Классификация экспериментальных методов исследования. Сравнение и характеристики. |

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

| №<br>п/п | Раздел (тема)<br>дисциплины   | Виды<br>деятельности |           |          | Учебно-<br>методические<br>материалы | Формы текущего<br>контроля<br>успеваемости ( <i>по<br/>неделям<br/>семестра</i> ) | Компетенции             |
|----------|---|----------------------|-----------|----------|--------------------------------------|---|-------------------------|
|          |   | лек.,<br>час         | №<br>лаб. | №<br>пр. |                                      |   |                         |
| 1        | 2   | 3                    | 4         | 5        | 6                                    | 7   | 8                       |
| 1        | Введение  | 1                    |           |          | У-1<br>МУ-?                          | У   | УК-1,<br>ОПК-1          |
| 2        | Атомы, молекулы и<br>наносистемы  | 1                    | №1        | №1       | У-1<br>У-2<br>МУ-1<br>МУ-4           | КЗ<br>КР,<br>ЛР1<br>КС  | УК-1,<br>ОПК-1<br>ОПК-4 |
| 3        | Атомные кластеры,<br>нанотрубки, нано-<br>провода, кванто-<br>вые точки, системы<br>с пониженной раз-<br>мерностью газа но-<br>сителей заряда | 2                    |           | №2       | У-3<br>У-4<br>МУ-4                   | У<br>Э  | УК-1,<br>ОПК-1          |
| 4        | Углеродные нано-<br>структуры   | 1                    | № 2       | №3       | У-1<br>У-5<br>МУ-1<br>МУ-4           | КЗ<br>ЛР2<br>КС   | УК-1,<br>ОПК-4          |
| 5        | Фотонные, оптиче-<br>ские кристаллы   | 2                    | №3        | №4       | У-6<br>МУ-1<br>МУ-4                  | ПЗ<br>ЛР3<br>КС   | УК-1,<br>ОПК-4          |
| 6        | Наносистемы<br>и квантовая оптика   | 2                    |           | №5       | У-1<br>У-7<br>МУ-4                   | КР  | УК-1                    |
| 7        | Бионаносистемы  | 1                    | № 4       | №6       | У-8<br><br>МУ-1<br>МУ-4              | КР<br>КС<br>ЛР4   | ОПК-4                   |
| 8        | Спинтронные нано-<br>системы  | 2                    | № 5       | №7       | У-3<br>МУ-1<br>МУ-4                  | КР<br>ЛР5<br>Пр<br>КС   | УК-1<br>ОПК-4<br>ОПК-5  |
| 9        | Методы теоретиче-<br>ского и экспери-<br>ментального иссле-<br>дования<br>наносистем  | 2                    |           | №8       | У-2<br>У-9<br>МУ-4                   | Т<br>Пр   | УК-1<br>ОПК-5           |
| Итого    |   | 14                   |           |          |                                      |   |                         |

У – устный опрос; Т – тестирование; ПЗ – решение производственных задач; ЛР – выполнение лабораторной работы; Пр – подготовка презентации; ПЗ – решение производственной задачи; КЗ – решение кейс-задачи; КР – выполнение курсовой работы; Э – написание эссе. КС – работа с компьютерной симуляцией.

#### 4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

### 4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

| №     | Наименование лабораторной работы  | Объем, час.   |
|-------|---|---|
| 1     | 2   | 3   |
| 1     | Осаждение пленок Ленгмюра-Блоджетт с применением виртуальной модели установки KSV NIMA 2002 | 2   |
| 2     | Получения изотерм сжатия стеариновой кислоты на установке KSV NIMA 2002                     | 3, из них практическая подготовка обучающихся – 3.. |
| 3     | Получения изотерм сжатия-растяжения стеариновой кислоты на установке KSV NIMA 2002          | 3, из них практическая подготовка обучающихся – 3   |
| 4     | Осаждения ленгмюровских пленок стеариновой кислоты  | 4, из них практическая подготовка обучающихся – 2.  |
| 5     | Обработка АСМ скана ленгмюровской пленки с помощью ПО Gwyddion                              | 2   |
| Итого |   | 14, из них практическая подготовка обучающихся – 8. |

Таблица 4.2.2 – Практические занятия

| №     | Наименование лабораторной работы                         | Объем, час.  |
|-------|--|--|
| 1     | 2  | 3  |
| 1     | Разновидности наноматериалов.                            | 6  |
| 2     | Системы с пониженной размерностью газа носителей заряда. | 6, из них практическая подготовка обучающихся – 2  |
| 3     | Фотонные кристаллы.                                      | 6  |
| 4     | Спинтронные системы.                                     | 5, из них практическая подготовка обучающихся – 2. |
| 5     | Углеродные нанотрубки.                                   | 5  |
| Итого |  | 28, из них практическая подготовка                 |

|  |                    |
|--|--------------------|
|  | обучающихся<br>– 4 |
|--|--------------------|

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

| № раздела (темы) | Наименование раздела (темы) дисциплины   | Срок выполнения | Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час |
|------------------|--|-----------------|---|
| 1                | 2  | 3               | 4   |
| 1.               | Введение.  | 1-2 неделя      | 10  |
| 2.               | Атомы, молекулы и наносистемы.   | 3-4 неделя      | 10  |
| 3.               | Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда. | 5-6 неделя      | 10  |
| 4.               | Углеродные наноструктуры.  | 7-8 неделя      | 10  |
| 5.               | Фотонные, оптические кристаллы.  | 9-10 неделя     | 10  |
| 6.               | Наносистемы и квантовая оптика.  | 11- 12 неделя   | 10  |
| 7.               | Бионаносистемы.  | 13-14 неделя    | 10  |
| 8.               | Спинтронные наносистемы.   | 15-16 неделя    | 10  |
| 9.               | Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем.  | 17-18 неделя    | 14,85                                       |
| Итого            |  |                 | 94,85                                       |

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплины студенты могут пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры нанотехнологии, микроэлектроники, общей и прикладной физики в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников университета.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с учебным планом и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
  - путем разработки:
    - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
    - методических указаний к выполнению лабораторных (или практических) работ и т.д.
- типографией университета:*
- посредством оказания помощи авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
  - посредством удовлетворения потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## **6 Образовательные технологии. Практическая подготовка обучающихся.**

Реализация программы магистратуры по модели дуального обучения и компетентностного подхода предусматривают широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

| №      | Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)                 | Используемые интерактивные образовательные технологии | Объем, час. |
|--------|---|---|-------------|
| 1      | 2   | 3   | 4           |
| 1      | Осаждение пленок Ленгмюра-Блоджетт с применением виртуальной модели установки KSV NIMA 2002 | работа с компьютерной симуляцией                      | 2           |
| 2      | Наносистемы и квантовая оптика  | кейс-технология                                       | 1           |
| 3      | Атомы, молекулы и наносистемы   | кейс-технология                                       | 1           |
| 4      | Углеродные наноструктуры  | кейс-технология                                       | 1           |
| Итого: |   |   | 5           |

Практическая подготовка обучающихся при реализации дисциплины осуществляется путем проведения лабораторных и практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по направленности (профилю) программы

магистратуры. Практическая подготовка включает в себя отдельные занятия лекционного<sup>1</sup> типа, которые проводятся на предприятии-заказчике и предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, на учебно-технологической (проектно-технологической) практике, которой завершается данный семестр.

Практическая подготовка обучающихся при реализации дисциплины организуется в реальных производственных условиях организации-заказчика.

Практическая подготовка обучающихся проводится в соответствии с положением П 02.181.

## **7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

| Код и наименование компетенции   | Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), практики, при изучении которых формируется данная компетенция |          |   |
|--|---|----------|---|
|  | начальный   | основной | завершающий   |
| 1  | 2   | 3        | 4   |
| УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.   | Психология управления коллективом<br>Физика наносистем<br>Организация и планирование производства                   |          | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |
| ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей. | Физика наносистем<br>Химия нанотехнологий   |          | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |
| ОПК-4 Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и  | Физика наносистем<br>Химия нанотехнологий   |          | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |

|   |                   |                      |   |
|---|-------------------|----------------------|---|
| постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов.   |                   |                      |   |
| ОПК-5 Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов. | Физика наносистем | Наноматериаловедение | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

| Код компетенции/ этап (наименование этапа по таблице 6.1) | Показатели оценивания компетенции (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)                                 | Критерии и шкала оценивания компетенций  |   |   |  |
|---|--|--|---|---|--|
|   |  | Недостаточный уровень («неудовл.»)   | Пороговый уровень («удовл.»)  | Продвинутый уровень («хорошо»)  | Высокий уровень («отлично»)  |
| 1   | 2  | 3  | 4   | 5   | 6  |
| УК-1 начальный, завершающий                               | УК-1.5 Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального | <b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-1. Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не | <b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-1. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки. | <b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-1. Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности. | <b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-1. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. |

|                              |  |   |  |  |  |
|------------------------------|--|---|--|--|--|
|                              | о характера в своей предметной области   | может исправить самостоятельно.   |  |  | Обучающийся свободно оперирует знаниями.   |
|                              |  | <b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для УК-1.   | <b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для УК-1.                         | <b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для УК-1.  | <b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для УК-1.  |
|                              |  | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-1, не развиты.   | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-1, развиты на элементарном уровне.  | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-1, хорошо развиты.  | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-1, доведены до автоматизма.   |
| ОПК-1 начальный, завершающий | ОПК-1.3 Использует физико-химический подход для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и | <b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-1. Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно. | <b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-1. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки. | <b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-1. Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности. | <b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-1. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями. |

|                              |  |  |   |   |   |
|------------------------------|--|--|---|---|---|
|                              | функционирования материалов и компоненто в нано- и микросистемной техники  | <b>Уметь:</b><br>демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для ОПК-1.  | <b>Уметь:</b><br>в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-1.                        | <b>Уметь:</b><br>сформированные и самостоятельные применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-1.  | <b>Уметь:</b><br>хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-1.   |
|                              |  | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b><br>навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-1, не развиты.  | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b><br>навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-1, развиты на элементарном уровне.   | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b><br>навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-1, хорошо развиты.   | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b><br>навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-1, доведены до автоматизма.  |
| ОПК-4 начальным, завершающим | ОПК-4.1 Составляет план научно-исследовательской деятельности, включая литературный поиск, сроки и последовательность экспериментальной работы, обсуждения и анализа результатов | <b>Знать:</b><br>демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-4. Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно. | <b>Знать:</b><br>демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-4. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки. | <b>Знать:</b><br>демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-4. Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности. | <b>Знать:</b><br>демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-4. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями. |

|   |  |  |   |   |   |
|---|--|--|---|---|---|
|   |  | <b>Уметь:</b><br>демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для ОПК-4.  | <b>Уметь:</b><br>в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-4.                        | <b>Уметь:</b><br>сформированные и самостоятельные и применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-4.  | <b>Уметь:</b><br>хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-4.   |
|   |  | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b><br>навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-4, не развиты.  | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b><br>навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-4, развиты на элементарном уровне.   | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b><br>навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-4, хорошо развиты.   | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b><br>навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-4, доведены до автоматизма.  |
| ОПК-5<br>начальной, основной, завершающих | ОПК-5.1<br>Проводит патентный поиск в профессиональной области | <b>Знать:</b><br>демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-5. Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно. | <b>Знать:</b><br>демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-5. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки. | <b>Знать:</b><br>демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-5. Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности. | <b>Знать:</b><br>демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-5. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями. |

|  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|---|
|  |  | <b>Уметь:</b><br>демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для ОПК-5.                  | <b>Уметь:</b><br>в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-5. | <b>Уметь:</b><br>сформированные и самостоятельные применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-5.     | <b>Уметь:</b><br>хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-5.           |
|  |  | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b><br>навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-5., не развиты. | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b><br>навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-5., развиты на элементарном уровне.                 | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b><br>навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-5., хорошо развиты. | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b><br>навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-5., доведены до автоматизма. |

### 7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины      | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Технология формирования       | Оценочные средства                                   |              | Описание шкал оценивания |
|-------|-------------------------------|---|-------------------------------|--|--------------|--------------------------|
|       |                               |   |                               | наименование   | №№ заданий   |                          |
| 1     | 2                             | 3   | 4                             | 5  | 6            | 7                        |
| 1     | Введение                      | УК-1, ОПК-1                                   | лекция                        | вопросы для устного опроса                           |              | Согласно табл.7.2        |
| 2     | Атомы, молекулы и наносистемы | УК-1, ОПК-1 ОПК-4                             | лекция, лабораторное занятие, | кейс-задача, темы курсовых работ, текст лабораторной | Лаб №1, пр.№ | Согласно табл.7.2        |

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины  | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Технология формирования                                 | Оценочные средства   |                | Описание шкал оценивания |
|-------|---|---|---|--|----------------|--------------------------|
|       |   |   |   | наименование   | №№ заданий     |                          |
| 1     | 2   | 3   | 4   | 5  | 6              | 7                        |
|       |   |   | практическое занятие, СРС                               | работы, компьютерная симуляция «Установка KSV NIMA 2002»   | 1              |                          |
| 3     | Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда | УК-1, ОПК-1                                   | лекция, практическое занятие, СРС                       | вопросы для устного опроса, темы эссе  | Пр.№ 2         | Согласно табл.7.2        |
| 4     | Углеродные наноструктуры  | УК-1, ОПК-4                                   | лекция, лабораторное занятие, практическое занятие, СРС | кейс-задача, текст лабораторной работы, компьютерная симуляция «Установка KSV NIMA 2002»             | Лаб №2, пр.№ 3 | Согласно табл.7.2        |
| 5     | Фотонные, оптические кристаллы  | УК-1, ОПК-4                                   | лекция, лабораторное занятие, практическое занятие, СРС | производственные задачи, текст лабораторной работы, компьютерная симуляция «Установка KSV NIMA 2002» | Лаб №3, пр.№ 4 | Согласно табл.7.2        |
| 6     | Наносистемы и квантовая оптика  | УК-1  | лекция, практическое занятие, СРС                       | темы курсовых работ  | пр.№ 4         | Согласно табл.7.2        |
| 7     | Бионаносистемы  | ОПК-4   | лекция, лабораторное занятие, практическое занятие, СРС | темы курсовых работ, компьютерная симуляция «Установка KSV NIMA 2002», текст лабораторной работы     | Лаб №4, пр.№ 6 | Согласно табл.7.2        |

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины   | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Технология формирования                                 | Оценочные средства   |                | Описание шкал оценивания |
|-------|--|---|---|--|----------------|--------------------------|
|       |  |   |   | наименование   | №№ заданий     |                          |
| 1     | 2  | 3   | 4   | 5  | 6              | 7                        |
| 8     | Спинтронные наносистемы  | УК-1<br>ОПК-4<br>ОПК-5                        | лекция, лабораторное занятие, практическое занятие, СРС | темы курсовых работ, текст лабораторной работы, мультимедийная презентация, компьютерная симуляция «Установка KSV NIMA 2002» | Лаб №5, пр.№ 7 | Согласно табл.7.2        |
| 9     | Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем | УК-1<br>ОПК-5                                 | лекция, практическое занятие, СРС                       | банк вопросов и заданий в тестовой форме, мультимедийная презентация   | пр.№ 8         | Согласно табл.7.2        |

### 7.3.1 Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

а) Вопросы и задания в тестовой форме по разделу (теме) № 1 «Атомы, молекулы и наносистемы»

Задание в закрытой форме:

**К нульмерным наноструктурам относятся ...**

1. Углеродные нанотрубки
2. Квантовые точки
3. Гетероструктуры
4. Нанокompозиты

Задание в открытой форме:

**Магнитная жидкость – это .....**

Задание на установление правильной последовательности:

**Укажите правильную последовательность видов литографии в зависимости от уменьшения размера получаемых элементов интегральных схем (ИМС)**

1. Оптическая
2. УФ-литография
3. Рентгеновская
4. Электронно-лучевая.

Задание на установление соответствия:

**Установите соответствие**

- |               |   |
|---------------|---|
| 1. Нанотрубки | А. Молекулярный кристалл, в узлах решетки которого находятся молекулы фуллерена.                  |
| 2. Фуллерен   | Б. Семейство шарообразных полых молекул общей формулы $C_n$ .                                     |
| 3. Фуллерит   | В. Протяженные структуры, состоящие из свёрнутых гексагональных сеток с атомами углерода в узлах. |

б) Производственная задача по теме № 6 «Наносистемы и квантовая оптика»

Проведите сканирование на цифровом двойнике АСМ ленгмюровской пленки. Обработайте с помощью ПО Gwyddion скан нанопленки нитрида бора, полученной в Региональном центре нанотехнологий, определите топографию поверхности, размеры и форму частиц, а также выявите любые дефекты или неоднородности на поверхности материала.

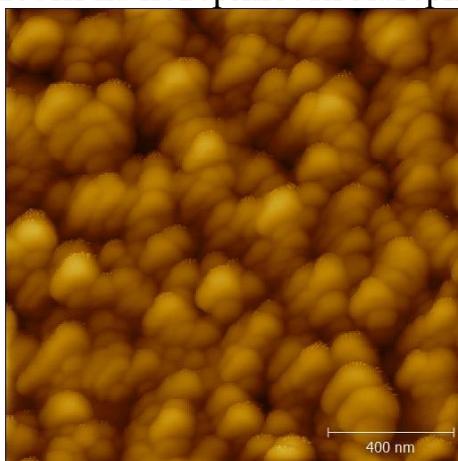


Рис. 1. АСМ изображение ленгмюровской пленки нитрида бора

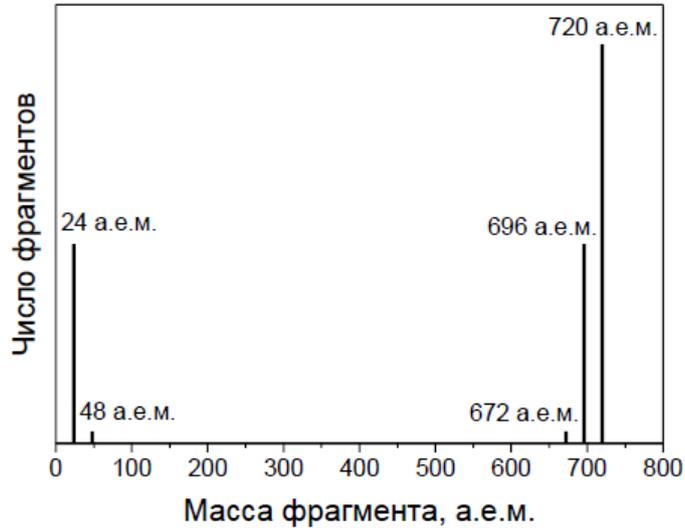
в) Текст лабораторных работ приведен в УММ по дисциплине.

г) Кейс-задача по теме «Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем».

Для определения количества атомов углерода в фуллерене можно использовать метод, основанный на расщеплении молекул  $C_n$  на отдельные заряженные фрагменты (ионизированная молекула тоже считается фрагментом) с последующим анализом их массы с помощью времяпролётного масс-анализатора. Такой метод позволяет разделять ионы по времени, которое им необходимо для преодоления камеры анализатора, и,

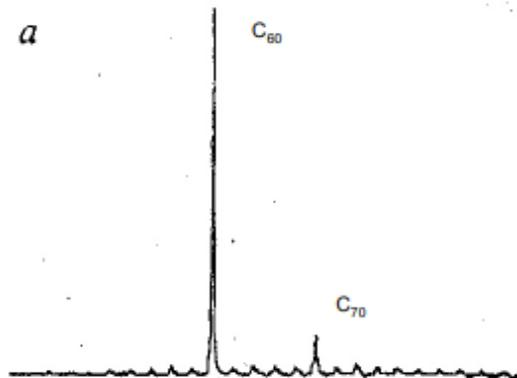
следовательно, детектировать все присутствующие частицы по отдельности.

Для эксперимента фуллерен  $C_x$  был расщеплён на положительно заряженные фрагменты, которые были ускорены однородным электростатическим полем с разностью потенциалов  $U = 2$  кВ и направлены в камеру масс-анализатора, где напряжённость электрического поля и магнитная индукция равны нулю. Полученный масс-спектр приведён на рисунке.

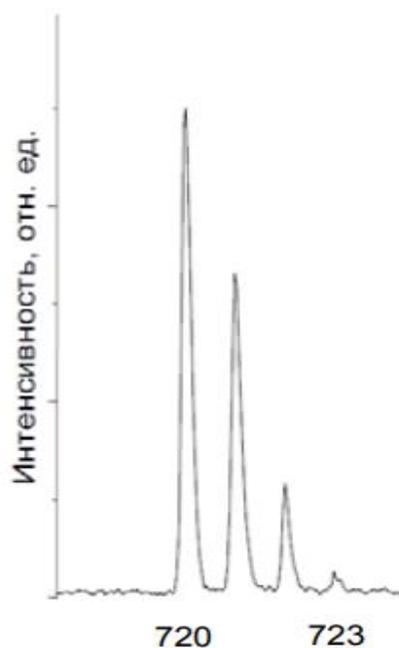


1. Используя масс-спектр, определите количество атомов углерода в молекуле изученного фуллерена. Ответ обоснуйте.
2. Сколько наносекунд составляет разница во времени между обнаружением фрагментов массами 696 и 720 а.е.м.? Длина камеры масс-анализатора  $L = 20$  см, все частицы имеют заряд  $q = 1.6 \cdot 10^{-19}$  Кл.
3. Можно ли описанным методом различить фрагменты, состоящие из одинакового числа атомов углерода, но имеющие заряд  $1.6 \cdot 10^{-19}$  Кл и  $3.2 \cdot 10^{-19}$  Кл? Ответ обоснуйте.
4. Первый масс-спектр  $C_{60}$  выглядел:

NATURE VOL. 318 14 NOVEMBER 1985



Позднее, на масс-спектрометре более высокого качества, был получен такой масс-спектр:



Почему в спектре появились дополнительные пики? Напишите формулы молекул, которым они соответствуют.

5. Опишите принцип работы современных спектрометров.

д) Темы эссе:

1. Влияние нанотехнологий на развитие науки и техники.
2. Основные методы исследования наносистем.
3. Применение нанотехнологий в медицине и биологии.
4. Наноматериалы и их свойства.
5. Будущее нанотехнологий: перспективы и возможные риски.
6. Нанотехнологии в энергетике и экологии.
7. Наносистемы и информационные технологии.
8. Эффекты, связанные с квантовыми явлениями в наносистемах.
9. Применение нанотехнологий в промышленности и производстве.
10. Этические аспекты и общественное восприятие нанотехнологий.

е) Примеры для устного опроса по теме №1

1. Что такое нанотехнологии и какие возможности они предоставляют для создания новых материалов и устройств?

2. Какие основные принципы лежат в основе работы наноматериалов и наноструктур?

3. Чем отличается поведение наноматериалов от их макроскопических аналогов?

4. Какие методы синтеза наноматериалов используются в современной науке и промышленности?

5. В чем состоит принцип работы наноустройств, таких как нанотрубки или квантовые точки?

6. Какие примеры применения нанотехнологий можно найти в повседневной жизни?

7. Какие вызовы и проблемы существуют при работе с наноматериалами и наноструктурами?

8. Какие перспективы развития нанотехнологий и их применения в будущем?

9. Какие области науки и техники наиболее активно используют наноматериалы и наноструктуры?

10. Какие этические и социальные вопросы возникают при разработке и использовании нанотехнологий?

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

Практическая подготовка обучающихся при реализации данной дисциплины организуется, в частности, путем выполнения и защиты курсовой работы (проекта) на одну из тем, приведенных ниже

ж) Темы курсовых работ (проектов).

1. Электронная микроскопия субатомного разрешения.
2. Зондовые методы исследования наносистем.
3. Дифракционные методы исследования наносистем.
4. Пленки Ленгмюра – Блоджетт как модель биологических мембран.
5. Жидкие кристаллы.
6. Пьезоэффект в сегнетоэлектрических полимерах.
7. Методы получения наночастиц.
8. Наносистемы, обладающие магнитными свойствами.
9. Биосистемы в нанотехнологии.
10. Углеродные наноматериалы.
11. Наносистемы для адресной доставки лекарств.
12. Взаимодействие одиночного атома с лазерными полями.
13. Методы генерации рентгеновского и ультрафиолетового излучения.
14. Исследование основных свойств наночастиц и их влияние на механические, тепловые и электрические свойства материалов.
15. Исследование эффектов квантовой конфайнмента в наночастицах и их использование для создания новых материалов с уникальными свойствами.
16. Исследование методов синтеза наночастиц и их структурирование для создания наноматериалов с определенными свойствами.

17. Исследование влияния наночастиц на магнитные и оптические свойства материалов и их применение в различных областях науки и техники.

18. Исследование динамики наночастиц и их взаимодействия с окружающей средой для разработки методов для контроля наночастиц в различных системах.

«Требования к структуре, содержанию, объему, оформлению курсовых работ (курсовых проектов), процедуре защиты, а также критерии оценки определены в:

- стандарте СТУ 02.030 «Курсовые работы (проекты). Выпускные квалификационные работы. Общие требования к структуре и оформлению»;
- положении П 02.016 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;
- методических указаниях по выполнению курсовой работы (курсового проекта)».

### **7.3.2 Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме экзамена. На промежуточной аттестации по дисциплине применяется механизм квалификационного экзамена. Экзамен имеет структуру квалификационного экзамена и состоит из 2 частей:

- теоретической (бланковое и компьютерное);
- практической (решение компетентностно-ориентированной задачи).

На теоретической части экзамена (тестировании) проверяются знания и частично – умения и навыки обучающихся. Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

«На практической части экзамена проверяются результаты практической подготовки: *компетенции, включая умения, навыки (или опыт деятельности)*). Результаты практической подготовки (*компетенции, включая умения, навыки (или опыт деятельности)*) проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных, кейс-задач или кейсов) и различного вида конструкторов».

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

#### **а) Примеры типовых заданий для теоретической части экзамена (тестирования)**

##### **Задание в закрытой форме:**

Если поместить тонкий слой полупроводника с широкой запрещённой зоной между двумя полупроводниками с узкой запрещённой зоной то получится:

1. Квантовая точка
2. Квантовая яма
3. Квантовый барьер
4. Квантовая игла.

##### **Задание в открытой форме:**

Как называется самая высокая энергетическая зона в энергетическом спектре полупроводников.

##### **Задание на установление правильной последовательности:**

Установите последовательность изобретения микроскопов:

1. Сканирующий зондовый микроскоп
2. Сканирующий туннельный микроскоп
3. Растровый микроскоп
4. Просвечивающий электронный микроскоп.

##### **Задание на установление соответствия:**

Установление соответствия:

- |                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| 1. Нульмерные наноструктуры | A. Углеродные нанотрубки |
|-----------------------------|--------------------------|

- |                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| 2. Одномерные наноструктуры | Б. Квантовые точки |
| 3. Трехмерные наноструктуры | В. Гетероструктуры |
| 4. Двухмерные наноструктуры | Г. Нанокompозиты   |

### **б) Примеры типовых заданий для практической части экзамена.**

Компетентностно-ориентированная задача:

Изотермическая зависимость поверхностного давления ( $\pi$ ) от удельной молекулярной площади ( $A$ ) для монослоя коллоидных систем содержит информацию, как о межмолекулярных взаимодействиях, так и о переориентации, конформации, перестройках и других процессах, характеризующих поведение сложной молекулы на поверхности воды. Постройте и проанализируйте  $\pi(A)$  изотерму на установке нанесения тонких пленок методом Ленгмюра-Блоджетт KSV NIMA 2002 в Региональном центре нанотехнологий.

1. Постройте график зависимости  $\pi(A)$  для стеариновой кислоты.
2. По  $\pi(A)$  изотерме определите:
  - фазовые состояния;
  - площадь приходящейся на молекулу в монослое, полученной экстраполяцией линейного участка на ось  $A$ , в различных фазовых состояниях;
  - давление переноса.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;
- положение П 02.207 «Проектирование и реализация основных профессиональных программ высшего образования – программ магистратуры по модели дуального обучения»;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

| Форма контроля   | Минимальный балл |   | Максимальный балл |   |
|--|------------------|---|-------------------|---|
|  | балл             | примечание  | балл              | примечание  |
| 1  | 2                | 3   | 4                 | 5   |
| Лабораторная работа № 1<br>«Осаждение пленок Ленгмюра-Блоджетт с применением виртуальной модели установки KSV NIMA 2002» | 2                | Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе | 4                 | Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе |
| Лабораторная работа № 2<br>«Получения изотерм сжатия стеариновой кислоты на установке KSV NIMA 2002»                     | 2                | Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе | 4                 | Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе |
| Лабораторная работа № 3<br>«Получения изотерм сжатия-растяжения стеариновой кислоты на установке KSV NIMA 2002»          | 2                | Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе | 4                 | Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе |
| Лабораторная работа № 4<br>«Осаждения ленгмюровских пленок стеариновой кислоты»  | 2                | Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе | 4                 | Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе |
| Лабораторная работа № 5<br>«Обработка АСМ скана ленгмюровской пленки с помощью ПО Gwyddion»                              | 2                | Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе | 4                 | Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе |
| СРС  | 14               |   | 28                |   |
| Итого  | 24               |   | 48                |   |
| Посещаемость   | 0                |   | 16                |   |
| Экзамен  | 0                |   | 36                |   |
| Итого  | 24               |   | 100               |   |

Для *проведения промежуточной аттестации обучающихся (теоретической части и практической части)* используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ – 16 заданий (15 вопросов для тестирования и одна компетентностно-ориентированная задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов по промежуточной аттестации – 36.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Щука, А.А. Нанoeлектроника : учебное пособие / А.А. Щука ; под ред. А.А. Сигова. – 5-е изд., электрон. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 345 с. – (Нанотехнологии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466637> (дата обращения 22.08.2024) . – Текст : электронный.

2. Байков, Ю.А Физика конденсированного состояния: учебное пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 293 с. - Текст : непосредственный.

3. Наноструктурные материалы / под ред.: Р. Ханнинка, А. Хилл ; пер. с англ. А. А. Шустикова под ред. Н. И. Бауровой. - М. : Техносфера, 2009. - 488 с. - (Мир материалов и технологий). - ISBN 978-5-94836-2 21-2 : 25.00 р. - Текст : непосредственный.

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

4. Мартинсон, Л.К. Квантовая физика: учеб. пособие / Л.К. Мартинсон, Е.В. Смирнов. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2006. – 528 с. Текст : непосредственный.

5. Елецкий, А. В. Фуллерены / А. В. Елецкий, Б. М. Смирнов. – УФН, т.163- № 2- с.33 (1993). Текст : непосредственный.

6. Дьячков, П.Н. Углеродные нанотрубки. Строение, свойства, применение. : учебное пособие / Дьячков П.Н. – М., «Бином. Лаборатория знаний», 2006 – 440 с. Текст : непосредственный.

7. Павленко, Ю. Г. Квантовая физика : учебное пособие / Ю. Г. Павленко. - М. : Изд-во Моск. ун-та, 1992. - 16 с. Текст : непосредственный.

8. Вонсовский, С. В. Квантовая физика твердого тела : учебное пособие / С. В. Вонсовский, М. И. Кацнельсон. - М. : Наука, 1983. - 336 с. Текст : непосредственный.

9. Беззубцева, М.М. Нанотехнологии в энергетике: учебное пособие / М.М. Беззубцева, В.С. Волков. - СПб : ФГБОУ ВПО СПбГАУ, 2012. -133 с. –

URL:- <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231827>(дата обращения 22.08.2024). – Текст : электронный.

### **8.3 Перечень методических указаний**

1. Физика наносистем : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: И. В. Локтионова, П. А. Ряполов. - Курск : ЮЗГУ, 2023. - 49 с. - Загл. с титул.экрана. - Б. ц. - Текст : электронный.

2. Физика наносистем : методические рекомендации по выполнению курсовой работы студентами направления подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» по дисциплине «Физика наносистем» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. П. Кузьменко, Е. А. Новиков. - Курск : ЮЗГУ, 2022. - 11 с. - Загл. с титул.экрана. - Б. ц. - Текст : электронный.

3. Физика наносистем : методические рекомендации для самостоятельной работы студентов направления подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. П. Кузьменко, И. В. Чухаева. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 9 с. - Б. ц. - Текст : электронный.

4. Физика наносистем : методические рекомендации по проведению практических занятий направления подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. А. П. Кузьменко. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 65 с. - Б. ц. - Текст : электронный.

### **8.4 Другие учебно-методические материалы**

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

- Нанотехника
- Известия Юго-Западного государственного университета
- Известия Юго-Западного государственного университета. Серия:

Техника и технологии

### **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронная библиотека ЮЗГУ <http://www.lib.swsu.ru/>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://7window.edu.ru/library>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://y.vww.biblioclub.ru>

### **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции и лабораторные (или практические) занятия.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия и положения каждой новой темы; важные положения аргументируются и иллюстрируются примерами из практики; объясняется практическая значимость изучаемой темы; делаются выводы; даются рекомендации для самостоятельной работы по данной теме. На лекциях необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных вопросов. В ходе лекции студент должен конспектировать учебный материал. Конспектирование лекций – сложный вид работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это лично студентом в режиме реального времени в течение лекции. Не следует стремиться записать лекцию дословно. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем кратко записать ее. Желательно заранее оставлять в тетради пробелы, куда позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно внести дополнительные записи. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, который преподаватель дает в начале лекционного занятия. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале.

Необходимым является глубокое освоение содержания лекции и свободное владение им, в том числе использованной в ней терминологией. Работу с конспектом лекции целесообразно проводить непосредственно после ее прослушивания, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях. Работа с конспектом лекции предполагает перечитывание конспекта, внесение в него, по необходимости, уточнений, дополнений, разъяснений и изменений. Некоторые вопросы выносятся за рамки лекций. Изучение вопросов, выносимых за рамки лекционных занятий, предполагает самостоятельное изучение студентами дополнительной литературы, указанной в п.8.2.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины продолжается на лабораторных (или практических) занятиях, которые обеспечивают контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному (или практическому) занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и

Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. При работе с источниками и литературой необходимо:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;

- обобщать полученную информацию, оценивать прочитанное;

- фиксировать основное содержание прочитанного текста; формулировать устно и письменно основную идею текста; составлять план, формулировать тезисы.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю. Обязательным элементом самостоятельной работы по дисциплине является самоконтроль. Одной из важных задач обучения студентов способам и приемам самообразования является формирование у них умения самостоятельно контролировать и адекватно оценивать результаты своей учебной деятельности и на этой основе управлять процессом овладения знаниями. Овладение умениями самоконтроля приучает студентов к планированию учебного труда, способствует углублению их внимания, памяти и выступает как важный фактор развития познавательных способностей. Самоконтроль включает:

- оперативный анализ глубины и прочности собственных знаний и умений;

- критическую оценку результатов своей познавательной деятельности.

Самоконтроль учит ценить свое время, позволяет вовремя заметить и исправить свои ошибки. Формы самоконтроля могут быть следующими:

- устный пересказ текста лекции и сравнение его с содержанием конспекта лекции;

- составление плана, тезисов, формулировок ключевых положений текста по памяти;

- пересказ с опорой на иллюстрации, чертежи, схемы, таблицы, опорные положения.

Самоконтроль учебной деятельности позволяет студенту оценивать эффективность и рациональность применяемых методов и форм умственного труда, находить допускаемые недочеты и на этой основе проводить необходимую коррекцию своей познавательной деятельности.

При подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине необходимо повторить основные теоретические положения каждой изученной темы и основные термины, самостоятельно решить несколько типовых компетентностно-ориентированных задач.

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

### *Информационные технологии:*

- 1 Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека. Онлайн» – <http://biblioclub.ru>
- 2 Электронная библиотека диссертаций и авторефератов РГБ – <http://dvs.rsl.ru>
- 3 Базы данных ВИНТИ РАН – <http://viniti.ru>

### *Программное обеспечение:*

1. LabVIEW: режим доступа: свободный.
2. Gwyddion: режим доступа: свободный.
3. LibreOffice Calc: режим доступа: свободный.
4. Specwin32: режим доступа: свободный.
5. Match: режим доступа: по подписке.
6. Excel: режим доступа: свободный.
7. KSV NIMA / Attension Device Server Software v. 2.1.1.

### *Информационные справочные системы:*

1. Система «Гарант» <https://internet.garant.ru.>: режим доступа: по подписке.

## **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Аудиторные занятия по дисциплине проводятся в учебной аудитории для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры нанотехнологий, микроэлектроники, общих и прикладной физики  
(наименование)

оснащенных стандартной учебной мебелью (столы и стулья для обучающихся; стол и стул для преподавателя; доска).

В образовательном процессе используется следующее лабораторное оборудование: цифровой двойник установки KSV NIMA 2002, установка KSV NIMA 2002.

Для организации образовательного процесса применяются технические средства обучения:

- Мультимедиацентр: ноутбук ASUS X50VL PMD - T2330/14"/1024Мб/160Gb/ сумка/проектор inFocus IN24+ .
- Экран мобильный Draper Diplomat 60x60.

Для осуществления практической подготовки обучающихся при реализации дисциплины используются оборудование и технические средства обучения Регионального центра нанотехнологий:

- установка Ленгмюра-Блоджетт KSV NIMA 2002 для нанесения тонких пленок.

### **13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

*Для лиц с нарушением слуха* возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

**14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины**

| Номер изменения | Номера страниц |            |                |       | Всего страниц | Дата | Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения |
|-----------------|----------------|------------|----------------|-------|---------------|------|--|
|                 | измененных     | замененных | аннулированных | новых |               |      |  |
|                 |                |            |                |       |               |      |  |