

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Агафонов Александр Владимирович

Должность: директор филиала

Дата подписания: 04.11.2023 16:25:25

Уникальный программный ключ: 2539477a8ecf70c1e608a8c8c8c8c8c8

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО**  
**УНИВЕРСИТЕТА**

**Кафедра электротехники, физики и математики**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

(наименование дисциплины)

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Специальность           | <b>23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»</b><br>(код и наименование направления подготовки) |
| Специализация           | <b>«Автомобили и тракторы»</b><br>(специализация)  |
| Квалификация выпускника | <b>инженер</b>   |
| Форма обучения          | <b>очная и заочная</b>   |

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Автор(ы) Лепав Александр Николаевич, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры электрических систем, физики и математики.

*(указать ФИО, ученую степень, ученое звание или должность)*

Программа одобрена на заседании кафедры электрических систем, физики и математики (протокол № 10 от 16.05.2020 г).

*(указать наименование кафедры)*

## 1. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (Цели освоения дисциплины)

1.1. Целями освоения дисциплины «Наноматериалы и нанотехнологии» являются формирование у студентов представления о физике нанотехнологий, как науке разработки новых материалов, энерго- и ресурсосберегающих технологий, а так же понимания сущности применяемых методов к разработке новых материалов в условиях научно-исследовательских лабораторий.

Задачи дисциплины:

- формирование способности самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения; - формирование способности анализировать современные проблемы науки и производства в агроинженерии и вести поиск их решения.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Код компетенции | Содержание компетенции (или ее части)   | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:  |   |  |
|-----------------|---|---|---|--|
|                 |   | Знать   | Уметь   | Владеть  |
| ПСК-1.2         | способностью проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования автомобилей и тракторов | Свойства материалов для применения при эксплуатации наземных транспортно-технологических средств                                    | Применять материалы для эксплуатации наземных транспортно-технологических средств                           | Навыками эффективного и экономически обоснованного применения материалов при эксплуатации наземных транспортно-технологических средств |
| ПК-3            | Способностью проводить техническое и организационное обеспечение исследований, анализ результатов и разработку предложений по их реализации             | теоретические и экспериментальные методы исследования для совершенствования параметров наземных транспортно-технологических средств | применять методы исследования для совершенствования параметров наземных транспортно-технологических средств | Навыками экспериментального исследования параметров  |

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Наноматериалы и нанотехнологии» реализуется в рамках дисциплин по выбору учебного плана обучающихся очной и заочной форм обучения.

Для прохождения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате изучения следующих дисциплин учебного плана: «Физика», «Математика».

Дисциплина «Наноматериалы и нанотехнологии» является основой для дальнейшего изучения следующих дисциплин: «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Электрооборудование автомобилей и тракторов», «Основы научных исследований».

### 3. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц - 108 часов в шестом семестре из которых

| Семестр | Форма обучения | Распределение часов |                      |                      |                        | РГР, КР, КП | Форма контроля |
|---------|----------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-------------|----------------|
|         |                | Лекции              | Лабораторные занятия | Практические занятия | Самостоятельная работа |             |                |
| 7       | очная          | 18                  | 18                   |                      | 72                     | КР          | зачет          |
| 5       | заочная        | 6                   | 6                    |                      | 92                     | КР          | зачет          |

### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Очная форма обучения

| Тема (раздел)                        | Распределение часов |                      |                      | Самостоятельная работа | Формируемые компетенции (код) |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------|
|                                      | Лекции              | Лабораторные занятия | Практические занятия |                        |                               |
| Введение в нанотехнологию            | 6                   | 6                    |                      | 18                     | ПСК-1.2<br>ПК-3               |
| Размерные эффекты                    | 4                   | 4                    |                      | 18                     | ПСК-1.2<br>ПК-3               |
| Квантовая проводимость               | 4                   | 4                    |                      | 18                     | ПСК-1.2<br>ПК-3               |
| Оптические и запоминающие устройства | 4                   | 4                    |                      | 18                     | ПСК-1.2<br>ПК-3               |
| Итого                                | 18                  | 18                   |                      | 72                     |                               |
| Зачет                                |                     |                      |                      | -                      |                               |

Заочная форма обучения

| Тема (раздел)             | Распределение часов |                      |                      | Самостоятельная работа | Формируемые компетенции (код) |
|---------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------|
|                           | Лекции              | Лабораторные занятия | Практические занятия |                        |                               |
| Введение в нанотехнологию | 2                   | 2                    |                      | 24                     | ПСК-1.2<br>ПК-3               |
| Размерные эффекты         | 2                   | 2                    |                      | 24                     | ПСК-1.2<br>ПК-3               |
| Квантовая проводимость    | 1                   | 1                    |                      | 24                     | ПСК-1.2<br>ПК-3               |
| Оптические и              | 1                   | 1                    |                      | 20                     | ПСК-1.2                       |

| Тема (раздел)           | Распределение часов |                      |                      | Самостоятельная работа | Формируемые компетенции |
|-------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|
|                         | Лекции              | Лабораторные занятия | Практические занятия |                        |                         |
| запоминающие устройства |                     |                      |                      |                        | ПК-3                    |
| Итого                   | 6                   | 6                    |                      | 92                     |                         |
| Зачет                   |                     |                      |                      |                        |                         |

## 5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся: интерактивная лекция с применением видео- и аудиоматериалов.

| Вид занятия | Тема занятия   | Количество часов | Интерактивная форма   | Формируемые компетенции (код) |
|-------------|--|------------------|---|-------------------------------|
| лекция      | Введение в нанотехнологию, размерные эффекты, оптические и запоминающие устройства, квантовая проводимость | 18               | интерактивная лекция с применением видео- и аудиоматериалов | ПК-10                         |

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом по дисциплине в объеме 72 часов (очная форма обучения) и 96 часов (заочная форма обучения).

Тематика самостоятельной работы:

1. Модели беспорядка. Ячеистый беспорядок. Топологический беспорядок. Континуальный беспорядок. Возбуждения в неупорядоченных решетках различной размерности.

2. Элементарные возбуждения электронного газа. Плазмоны и электронно-дырочные пары. Поверхностные возбуждения. Поверхностные плазмоны и поляритоны. Проводимость в электронном газе.

3. Различные типы проводимости в упорядоченных и разупорядоченных металлах и полупроводниках. Зависимость удельного сопротивления от температуры. Отрицательная дифференциальная проводимость. Понятие об эффекте Кондо.

4. Основные идеи теории локализации. Термоактивированная проводимость в режиме локализации. Понятие об андерсоновской локализации. Границы спектра и хвосты зон.

5. Теория Таулесса. Локализация в тонких проволоках и эффекты конечной температуры. Понятие о скейлинговой теории локализации. Режим слабой локализации.

6. Перколяционные процессы. Проводимость случайной сетки сопротивлений. Прыжковая проводимость.

7. Механизмы сбоя фазы за счет взаимодействия с окружением: приложение к кулоновскому взаимодействию электронов в металлах.

8. Квантовый эффект Холла. Локализация в сильных магнитных полях в квантовом эффекте Холла. Дробный квантовый эффект Холла.

9. Мезоскопика и сверхпроводимость. Сверхпроводящие кольца и тонкие проволоки. Слабосвязанные сверхпроводники. Эффекты Джозефсона и SNS контакты.

10. Электрические свойства наночастиц, их поляризация движущимися зарядами и их влияние на движущиеся заряды.

11. Излучение наночастиц, генерируемое движущимися зарядами.

12. Электронные состояния в упорядоченных наночастицах. Полупроводниковые свойства нанотрубок.

13. Эффекты каналирования в нанотрубках.

#### Индивидуальные задания:

##### Рефераты:

1) Нанотехнологии при производстве современных интегральных схем и микропроцессоров.

2) Физические принципы работы магнитных носителей информации.

3) Современные технологии производства энергонезависимой флэш-памяти.

4) Композитные материалы для строительства

5) Нанопорошки

6) Нанотехнологии в электротехнике

7) Полимерные композиты как материал для машиностроения

## Творческие проекты

- 1) Исследование свойств графена и углеродных нанотрубок при помощи метода молекулярной динамики
- 2) Расчет режима работы туннельных диодов для различных приложения в электронике
- 3) Исследование функциональных покрытий для новых материалов

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на разных уровнях сформированности:

| Код, наименование компетенции | Уровень сформированности | Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции и критерии оценивания  | Оценивание компетенции | Способы и средства оценивания уровня сформированности компетенции |
|-------------------------------|--------------------------|--|------------------------|---|
| ПСК-1.2<br>ПК-2               | Пороговый уровень        | <p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• различать свойства материалов по их физико-химическим характеристикам;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• технологией применения материалов с необходимыми свойствами при эксплуатации наземных транспортно-технологических средств</li> </ul>  | зачтено                | Тестирование, контрольная работа                                  |
|                               | Продвинутый уровень      | <p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов;</li> <li>• методы производства материалов с заданными физико-химическими свойствами;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• различать свойства материалов по их физико-химическим характеристикам;</li> <li>• подбирать сочетания материалов для проектируемых наземных транспортно-технологических средств;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• технологией применения материалов с необходимыми свойствами при эксплуатации наземных транспортно-технологических средств;</li> <li>• навыками взаимной замены материалов для достижения заданных свойств наземных транспортно-технологических средств;</li> </ul> | зачтено                | Тестирование, контрольная работа                                  |

| Код, наименование компетенции | Уровень сформированности | Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции и критерии оценивания  | Оценивание компетенции | Способы и средства оценивания уровня сформированности компетенции |
|-------------------------------|--------------------------|--|------------------------|---|
|                               | Высокий уровень          | <p style="text-align: center;"><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов;</li> <li>• методы производства материалов с заданными физико-химическими свойствами;</li> <li>• приемы проектирования материалов с заданными свойствами;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• различать свойства материалов по их физико-химическим характеристикам;</li> <li>• подбирать сочетания материалов для проектируемых наземных транспортно-технологических средств;</li> <li>• проектировать материалы с заданными свойствами;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• технологией применения материалов с необходимыми свойствами при эксплуатации наземных транспортно-технологических средств;</li> <li>• навыками взаимной замены материалов для достижения заданных свойств наземных транспортно-технологических средств;</li> <li>• навыками создания материалов с заданными свойствами с применением нанотехнологий.</li> </ul> | зачтено                | Тестирование, контрольная работа                                  |

При непрохождении порогового уровня ставится оценка «не зачтено».

1. Тождественность частиц в квантовой механике. Распределение Гиббса в квантовой статистике. Системы с переменным числом частиц. Распределение Больцмана для идеального газа.
2. Свойства распределения Ферми и его применение к газу свободных электронов в металле. Энергия Ферми. Поверхность Ферми.
3. Структура кристаллов. ГЦК- и ОЦК-структуры. Структуры алмаза и графита.
4. Аморфные твердые тела и жидкие кристаллы.
5. Колебания атомов в кристалле. Звуковые волны.
6. Статистика Бозе - Эйнштейна. Применение квантовой статистики Бозе-Эйнштейна к фононам. Теплоемкость кристаллов. Модель Дебая.
7. Электроны в кристаллической решетке, зонные схемы. Энергия электронов в кристалле. Пример одномерного кристалла.



8. Энергетические зоны и щели в полупроводниках. Поверхность Ферми.
9. Собственная проводимость полупроводников. Зависимость проводимости от температуры.
10. Примесная проводимость полупроводников.
11. Электропроводность кристаллов.
12. Сверхпроводимость.
13. Электрические свойства диэлектриков.
14. Магнитные свойства твердых тел. Магнитные носители информации.
15. Работа выхода. Контакт двух металлов. Контактная разность потенциалов.
16. Термоэлектрические явления. Физические механизмы явления Зеебека.
17. Термоэлектрические явления. Физические механизмы явления Пелтье.
18. Контакт металла и полупроводника (барьер Шоттки).
19. P-n переход, диоды. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) диодов и их применение.
20. Стабилитроны (диоды Зенера), их ВАХ и применение. Туннельный (пробой Зенера), тепловой и лавинный пробой.
21. Туннельные диоды, их ВАХ и применение.
22. Отрицательное сопротивление арсенида галлия (эффект Ганна) и его применение.
23. Биполярные транзисторы и их применение.
24. Полевые транзисторы и их применение. Твердотельная память.
25. Технологии производства полупроводниковых элементов и микросхем.
26. Поверхностные явления.
27. Поглощение света в кристаллах. Экситоны.
28. Фотопроводимость полупроводников.
29. Фотоэффект в p-n-переходах (вентильный фотоэффект) и в МДП-структурах. Солнечные элементы (батареи). Фотодиоды.
30. Применение полупроводников для регистрации изображений и радиоактивных излучений.
31. Электрон-дырочная рекомбинация. Светодиоды.
32. Вынужденное излучение. Полупроводниковые лазеры. Оптические носители информации. Оптоэлектроника.
33. Люминесценция твердых тел. Фотолюминесценция.
34. Просвечивающая электронная микроскопия. Ионно-полевая микроскопия.
35. Сканирующая микроскопия.
36. Металлические нанокластеры: получение, магические числа, электронная и геометрическая структура.

37. Полупроводниковые кластеры: оптические свойства и фотофрагментация. Кулоновский взрыв.
38. Квантовые ямы, проволоки и точки. Перспективы создания квантовых компьютеров.
39. Углеродные молекулы. Природа углеродной связи, гибридизация, молекулярные орбитали.
40. Углеродные кластеры и фуллерены.
41. Углеродные нанотрубки и их применение.
42. Органические соединения: полимеры, нанокристаллы, супрамолекулярные структуры.
43. Биологические материалы: нанопроволоки и наночастицы, нуклеиновые кислоты, наноструктуры.
44. Объемные наноструктурированные материалы. Нанокристаллы.
45. Ферромагнетизм и наномангниты.
46. Магнетосопротивление. Магнетоэлектроника (спинтроника).
47. Приготовление и свойства квантовых наноструктур. Размерные эффекты.
48. Самосборка и катализ.
49. Микроэлектромеханические системы. Наноэлектромеханические системы.
50. Молекулярные и супрамолекулярные триггеры.

(Фонд оценочных средств представлен в приложении к рабочей программе).

## **7.2. Контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **7.2.1. Контрольные вопросы по темам (разделам) для опроса на занятиях**

| Тема (раздел)             | Вопросы   |
|---------------------------|---|
| Введение в нанотехнологию | 1) Каковы принципы работы электролизера?  |
|                           | 2) В чем преимущество использования водородного топлива?  |
|                           | 3) Вычислить КПД электролизера, если известно, что на нем выделилось 15 мл водорода, а заряд, протекший за время электролиза равен 1000 Кл. |
|                           | 4) Для чего служит мембрана в топливной ячейке?   |
|                           | 5) По какой причине автомобили, работающие на водороде, называют автомобилями с нулевым выхлопом?   |
| Размерные эффекты         | 1) Перечислите известные вам аллотропные формы углерода?  |
|                           | 2) Какое представление используется для описания распределения электронов в атомах?   |
|                           | 3) Перечислите известные вам методы наблюдения наноструктур.  |
|                           | 4) Что представляла из себя первая атомная структура, созданная с помощью атомно-силового микроскопа?                                       |

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
|                                      | 5) Вычислите диаметр углеродной нанотрубки с индексами хиральности $n=5$ $m=0$ .  |
| Квантовая проводимость               | 1) Каковы основные этапы образования р-n-перехода.  |
|                                      | 2) Перечислите этапы действия внешнего напряжения на р-n-переход в полупроводниках.   |
|                                      | 3) В чем отличие действия внешнего напряжения на р-n-переход в сильно легированных полупроводниках от действия напряжения в обычных р-n-переходах в полупроводниках.  |
|                                      | 4) Что такое туннельный эффект?   |
|                                      | 5) Перечислите основные свойства ВАХ туннельного диода и сопоставьте их с результатами компьютерного моделирования туннельного процесса.  |
|                                      | 6) Назовите области применения туннельных и обращенных диодов.  |
| Оптические и запоминающие устройства | 1) Зная, что плотность клеток лука составляет $625 \text{ мм}^{-2}$ и является постоянной, вычислить, сколько клеток лука находится в объеме шарообразной луковицы без корня и верхней ростковой части диаметром 3 см. Ответ округлить до целого числа. |
|                                      | 2) Что является причиной появления оптического предела микроскопа?  |
|                                      | 3) Рассчитайте увеличение микроскопа, если увеличение объектива равно 10, а увеличение окуляра 15.  |
|                                      | 4) Какие типы оптической микроскопии вам известны?  |
|                                      | 5) В каких случаях увеличения обычного оптического микроскопа НЕДОСТАТОЧНО для наблюдения объекта? А) лейкоциты, Б) атомы древесины, В) ДНК, Г) Фуллерен $C_{60}$   |

Шкала оценивания ответов на вопросы

| Шкала оценивания      | Критерии оценивания   |
|-----------------------|---|
| «Отлично»             | Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает ответ на каждый теоретический вопрос, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер.  |
| «Хорошо»              | Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера.   |
| «Удовлетворительно»   | Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы и допускает ряд неточностей, фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов или их раскрывает содержательно, но допуская значительные неточности. |
| «Неудовлетворительно» | Обучающийся не знает ответов на поставленные теоретические вопросы.   |

### 7.2.2. Оценочные средства остаточных знаний (тест)

1. Чья научно-популярная лекция положила начало нового этапа развития технологий и стала точкой отсчета развития нанотехнологий.

Ответы:

1. Ричард Ф. Фейнман
2. Альберт Эйнштейн
3. Эрик К. Дрекслер

4. Генрих Рорер

2. Кто автор концепции создания «молекулярных машин»?

Ответ:

1. Герд Карл Бинниг
2. Эрик К. Дрекслер
3. Демокрит
4. П. Дирак

3. Какие технологии (возможности) стали (станут) доступны благодаря развитию нанотехнологий? Выберите что из нижеперечисленного верно (возможно несколько верных ответов)

Ответы:

- Сверхмощные и сверхминиатюрные компьютеры
- Сверхчувствительные и высокостабильные биодатчики
- Высокоэффективные топливные элементы
- Избавление от человеческой глупости

4. Кто является основоположником корпускулярно-волнового дуализма?

1. Э. Шредингер
2. В. Гейзенберг
3. Луи де Бройль
4. Ричард Ф. Фейнман

5. В чем отличие квантового осциллятора от классического (возможно несколько вариантов ответа):

1. Для квантового осциллятора применимо соотношение Гейзенберга

2. Квантовый осциллятор может находиться только в счетном множестве стационарных состояний, в которых он обладает определенной энергией

3. Для квантового осциллятора мы имеем возможность точно предсказать его будущее

4. Энергия основного состояния квантового осциллятора равна нулю

6. Каналирование частиц в монокристаллах.

Это –

1. явление, связанное с проникновением ускоренных частиц между рядами плотно упакованных атомов в монокристаллах на значительно бóльшую глубину, чем это возможно при движении в некотором случайном направлении

2. явление образования каналов в монокристалле в процессе их роста

3. явление связанное с упорядочением отдельных слоев в кристалле под действием магнитных и электрических полей, приводящих к выстраиванию их в определенном направлении

4. явление проникновения частиц из одного вещества в другое с течением времени под действием их теплового движения

7. Выберите методы измерений структуры твердого тела (возможно несколько вариантов ответа):

1. инфракрасная спектроскопия;
2. спектроскопия ближнего и дальнего ультрафиолета;
3. электронная спектроскопия низких энергий (LEED);
4. ионная спектроскопия низких энергий (LEID);

8. Установите соответствия между видом микроскопии и его основным физическим принципом.

1. Оптическая микроскопия А. Для получения изображения используется проходящий или отраженный свет

2. Электронная микроскопия Б. Для получения изображения используется пучок электронов с энергией 200 – 400 кэВ

3. Сканирующая туннельная микроскопия В. Для получения изображения используется туннельный эффект, в частности измерение величины туннельного тока, возникающего при этом.

4. Атомно-силовая микроскопия Г. Используется регистрация силового взаимодействия между поверхностью исследуемого образца и зондом

9. Какие из представленных объектов являются наночастицами (возможно несколько вариантов ответа):

1. Фуллерен
2. Квантовая точка
3. Углеродная нанотрубка
4. Частица пылицы лиственных деревьев
- 5.

10. Какими из перечисленных свойств обладают фуллерены.

1. Сверхпроводимость
2. Нелинейные оптические свойства
3. Значительная протяженность молекулы фуллерена в одном направлении по сравнению с двумя другими

11. Установите соответствие между типом углеродных нанотрубок и индексами киральности:

- |                             |         |
|-----------------------------|---------|
| 1. Зиг-заг (zig-zag)        | А. 10-0 |
| 2. Произвольной киральности | Б. 9-7  |
| 3. Кресельная (armchair)    | В. 5-5  |

12. Укажите какому типу проводимости соответствует углеродная нанотрубка с киральностью 10-10

1. металлическая
2. полупроводниковая
3. диэлектрическая

13. Укажите какие из этих свойств характерны для углеродных нанотрубок (УНТ).

1. Высокая электропроводность в направлении вдоль оси УНТ.
  2. Большая величина модуля Юнга
  3. Способность образовывать полупроводниковые р-п переходы
  4. Способность собираться в жгуты, состоящие из нескольких УНТ
- Вычислительные задачи. Наночастицы.

14. Вычислите частоту воздействия атомов графеновой плоскости на частицу летящую параллельно ее поверхности на малом расстоянии от нее, как показано на Рис. 1 (учитывать только взаимодействие с ближайшими атомами углерода), при условии, что графеновая плоскость представляет собой решетку состоящую из правильных шестиугольников (Рис.2) длина стороны которых составляет  $1.42 \text{ \AA}$  ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$ ), а скорость движения частицы равна  $4 \text{ \AA/пс}$ , ( $1 \text{ пс} = 10^{-12} \text{ с}$ ). Ответ записать в ТГц и округлить до тысячных.

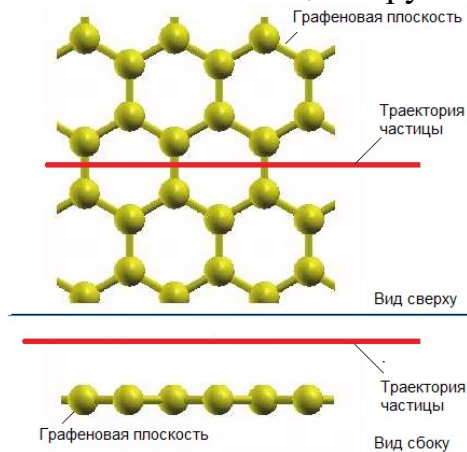


Рис.1

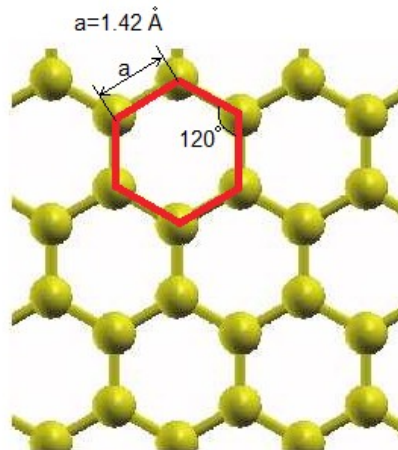


Рис. 2

15. Используя формулу для определения диаметра углеродной нанотрубки (УНТ)  $d = \sqrt{3} \cdot a \cdot \sqrt{m^2 + n^2 + m \cdot n} / \pi$ , где  $a = 1.42 \text{ \AA}$  ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$ ) — длина углерод-углеродной связи, определить расстояние между слоями двухслойной УНТ: 15-15@20-20 (УНТ 15-15 находится внутри УНТ 20-20). Ответ округлить до сотых долей Ангстрема

16. Найдите увеличение микроскопа, если размер объекта  $L_0 = 100 \text{ мкм}$ , а размер изображения, наблюдаемого в окуляр  $L = 10 \text{ мм}$ .

17. Способом получения острейшего зонда для проведения измерений в сканирующей туннельной микроскопии является (возможно несколько вариантов ответа):

1. Электрохимическое протравливание проволоочной заготовки в растворе КОН.
2. Разрезание проволоочной заготовки с одновременным ее вытягиванием.
3. Вытачивание на токарном станке.

18. Способом позволяющим сфокусировать пучок электронов при работе просвечивающего электронного микроскопа является использование:

1. Магнитных линз
2. Оптических линз
3. Специальных диафрагм

19. Верно ли, что не существует оптических микроскопов способных преодолеть так называемый барьер Аббе (ограничение присущее оптической системе вследствие явления дифракции)

Да/Нет

20. Геккон – ящерица, способная передвигаться по вертикальным поверхностям (Рис. 1) и даже по потолку. Все это происходит благодаря устройству подошвы ее лап (Рис. 2 А). Кожа подошв покрыта мельчайшими щетинками диаметром около 100 мкм (Рис. 2 Б, В), которые на концах разветвляются на еще более мелкие щетинки (400 – 1000 штук) (Рис. 2 Г), каждая из которых оканчивается треугольной лопаточкой (Рис. 2 Д) шириной около 0,2 мкм (или 200 нм). Такие лопаточки обеспечивают сцепление с любой даже очень гладкой поверхностью за счет слабых межмолекулярных Ван-дер-Ваальсовых сил. Считая, что плотность щетинок составляет 1,5 млн. на 1 см<sup>2</sup> поверхности подошвы геккона, а лопаточка на конце представляет собой равносторонний треугольник рассчитать эффективную площадь развиваемую поверхностью подошвы в 1 см<sup>2</sup>. Выразите ответ в мм<sup>2</sup>, ответ округлите до тысячных.



21. Геккон – ящерица, способная передвигаться по вертикальным поверхностям (Рис. 1) и даже по потолку. Все это происходит благодаря устройству подошвы ее лап (Рис. 2 А). Кожа подошв покрыта мельчайшими щетинками диаметром около 100 мкм (Рис. 2 Б, В), которые на концах разветвляются на еще более мелкие щетинки (400 – 1000 штук) (Рис. 2 Г), каждая из которых оканчивается треугольной лопаточкой (Рис. 2 Д) шириной около 0,2 мкм (или 200 нм). Такие лопаточки обеспечивают сцепление с любой даже очень гладкой поверхностью за счет слабых межмолекулярных Ван-дер-Ваальсовых сил, обеспечивающих силу сцепления около 10 Н/см<sup>2</sup>, что соответствует весу 1 кг. Рассчитайте какую минимальную площадь необходимо иметь специальным приспособлениям выполненным по подобию лап геккона, чтобы иметь способность удерживать вес человека (80 кг). Ответ запишите в см<sup>2</sup>.





22. Какие из перечисленных применений характерны для туннельных диодов

1. Усиление сигнала
2. Генерация СВЧ колебаний
3. Триггерные схемы
4. Накопление заряда.

23. Каков характерный средний размер клеток человека?

1. 10-50 мкм
2. 0.5 – 5 мкм
3. 100-1000 мкм

24. В каких из перечисленных продуктов при производстве использовались нанотехнологии

1. Микропроцессоры последнего поколения
2. Углепластиковый композитный материал
3. Графитовый карандаш
4. Лист писчей бумаги

25. Вычислить какое количество информации уместится на карте памяти, если размер одного запоминающего элемента равен 30x30 нм, размер чипа, на котором размещаются запоминающие элементы равен 5x5мм. Для справки 1 способен хранить 1 бит информации. 1байт= 8 бит. 1Кбайт =1024 байта, 1Мбайт=1024Кбайта, 1Гбайт=1024Мбайта. Ответ округлить до сотых Гбайт.

Ответы:

1. 3,23 Гб
2. 4,00 Гб
3. 0,32 Гб
4. 1,23 Гб

26. Выберите вещества, в которых присутствует углерод (возможен выбор нескольких вариантов ответа).

1. Алмаз
2. Графит
3. Фуллерен

### Шкала оценивания

| Шкала оценивания      | Критерии оценивания   |
|-----------------------|---|
| «Отлично»             | Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает тему самостоятельной работы, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер.   |
| «Хорошо»              | Обучающийся в целом раскрывает тему самостоятельной работы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера.   |
| «Удовлетворительно»   | Обучающийся в целом раскрывает тему самостоятельной работы и допускает ряд неточностей, фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов или их раскрывает содержательно, но допуская значительные неточности. |
| «Неудовлетворительно» | Обучающийся не владеет выбранной темой самостоятельной работы   |

#### 7.2.5. Индивидуальные задания для выполнения расчетно-графической работы, курсовой работы (проекта)

Индивидуальные задания по дисциплине «Наноматериалы и нанотехнологии» представлены в методических указаниях.

#### 7.2.6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ

##### Вопросы для зачета

1. Тождественность частиц в квантовой механике. Распределение Гиббса в квантовой статистике. Системы с переменным числом частиц. Распределение Больцмана для идеального газа.
2. Свойства распределения Ферми и его применение к газу свободных электронов в металле. Энергия Ферми. Поверхность Ферми.
3. Структура кристаллов. ГЦК- и ОЦК-структуры. Структуры алмаза и графита.
4. Аморфные твердые тела и жидкие кристаллы.
5. Колебания атомов в кристалле. Звуковые волны.
6. Статистика Бозе - Эйнштейна. Применение квантовой статистики Бозе-Эйнштейна к фононам. Теплоемкость кристаллов. Модель Дебая.
7. Электроны в кристаллической решетке, зонные схемы. Энергия электронов в кристалле. Пример одномерного кристалла.
8. Энергетические зоны и щели в полупроводниках. Поверхность Ферми.
9. Собственная проводимость полупроводников. Зависимость проводимости от температуры.
10. Примесная проводимость полупроводников.
11. Электропроводность кристаллов.
12. Сверхпроводимость.

13. Электрические свойства диэлектриков.
14. Магнитные свойства твердых тел. Магнитные носители информации.
15. Работа выхода. Контакт двух металлов. Контактная разность потенциалов.
16. Термоэлектрические явления. Физические механизмы явления Зеебека.
17. Термоэлектрические явления. Физические механизмы явления Пелтье.
18. Контакт металла и полупроводника (барьер Шоттки).
19. P-n переход, диоды. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) диодов и их применение.
20. Стабилитроны (диоды Зенера), их ВАХ и применение. Туннельный (пробой Зенера), тепловой и лавинный пробой.
21. Туннельные диоды, их ВАХ и применение.
22. Отрицательное сопротивление арсенида галлия (эффект Ганна) и его применение.
23. Биполярные транзисторы и их применение.
24. Полевые транзисторы и их применение. Твердотельная память.
25. Технологии производства полупроводниковых элементов и микросхем.
26. Поверхностные явления.
27. Поглощение света в кристаллах. Экситоны.
28. Фотопроводимость полупроводников.
29. Фотоэффект в p-n-переходах (вентильный фотоэффект) и в МДП-структурах. Солнечные элементы (батареи). Фотодиоды.
30. Применение полупроводников для регистрации изображений и радиоактивных излучений.
31. Электрон-дырочная рекомбинация. Светодиоды.
32. Вынужденное излучение. Полупроводниковые лазеры. Оптические носители информации. Оптоэлектроника.
33. Люминесценция твердых тел. Фотолюминесценция.
34. Просвечивающая электронная микроскопия. Ионно-полевая микроскопия.
35. Сканирующая микроскопия.
36. Металлические нанокластеры: получение, магические числа, электронная и геометрическая структура.
37. Полупроводниковые кластеры: оптические свойства и фотофрагментация. Кулоновский взрыв.
38. Квантовые ямы, проволоки и точки. Перспективы создания квантовых компьютеров.
39. Углеродные молекулы. Природа углеродной связи, гибридизация, молекулярные орбитали.
40. Углеродные кластеры и фуллерены.

41. Углеродные нанотрубки и их применение.
42. Органические соединения: полимеры, нанокристаллы, супрамолекулярные структуры.
43. Биологические материалы: нанопроволоки и наночастицы, нуклеиновые кислоты, наноструктуры.
44. Объемные наноструктурированные материалы. Нанокристаллы.
45. Ферромагнетизм и наномангниты.
46. Магнетосопротивление. Магнетоэлектроника (спинтроника).
47. Приготовление и свойства квантовых наноструктур. Размерные эффекты.
48. Самосборка и катализ.
49. Микроэлектромеханические системы. Наноэлектромеханические системы.
50. Молекулярные и супрамолекулярные триггеры.

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

Основной целью проведения промежуточной аттестации является определение степени достижения целей по учебной дисциплине или ее разделам. Осуществляется это проверкой и оценкой уровня теоретической знаний, полученных обучающимися, умения применять их в решении практических задач, степени овладения обучающимися практическими навыками и умениями в объеме требований рабочей программы по дисциплине, а также их умение самостоятельно работать с учебной литературой.

Организация проведения промежуточной аттестации регламентирована «Положением об организации образовательного процесса в федеральном государственном автономном образовательном учреждении «Московский политехнический университет»

**7.3.1. Показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования, достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине**

| ПСК-1.2<br>ПК-2   |   |  |   |   |
|-------------------|---|--|---|---|
| Этап<br>(уровень) | Критерии оценивания   |  |   |   |
|                   | неудовлетворительно   | удовлетворительно  | хорошо  | отлично   |
| <b>знать</b>      | <p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов;</li> </ul> | <p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний:</p> <p>основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов;</p>      | <p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов;</li> <li>• методы производства материалов с заданными физико-химическими свойствами;</li> <li>• приемы проектирования материалов с заданными свойствами;</li> </ul>      | <p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов;</li> <li>• методы производства материалов с заданными физико-химическими свойствами;</li> <li>• приемы проектирования материалов с заданными свойствами;</li> </ul>                   |
| <b>уметь</b>      | <p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет различать свойства материалов по их физико-химическим характеристикам;</p>  | <p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений:</p> <p>различать свойства материалов по их физико-химическим характеристикам;</p> | <p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• различать свойства материалов по их физико-химическим характеристикам;</li> <li>• подбирать сочетания материалов для проектируемых наземных транспортно-технологических средств;</li> <li>• проектировать материалы с заданными</li> </ul> | <p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• различать свойства материалов по их физико-химическим характеристикам ;</li> <li>• подбирать сочетания материалов для проектируемых наземных транспортно-технологических средств;</li> <li>• проектировать материалы с заданными свойствами;</li> </ul> |

|                |   |  | свойствами;  |  |
|----------------|---|--|--|--|
| <b>владеть</b> | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет технологией применения материалов с необходимыми свойствами при эксплуатации наземных транспортно-технологических средств; | Обучающийся владеет в неполном объеме и проявляет недостаточность владения навыками применения материалов с необходимыми свойствами при эксплуатации наземных транспортно-технологических средств; | Обучающимся допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения, частично владеет навыками <ul style="list-style-type: none"> <li>• технологией применения материалов с необходимыми свойствами при эксплуатации наземных транспортно-технологических средств;</li> <li>• навыками взаимной замены материалов для достижения заданных свойств наземных транспортно-технологических средств;</li> <li>• навыками создания материалов с заданными свойствами с применением нанотехнологий.</li> </ul> | Обучающийся свободно применяет полученные навыки, в полном объеме владеет <ul style="list-style-type: none"> <li>• технологией применения материалов с необходимыми свойствами при эксплуатации наземных транспортно-технологических средств;</li> <li>• навыками взаимной замены материалов для достижения заданных свойств наземных транспортно-технологических средств;</li> <li>• навыками создания материалов с заданными свойствами с применением нанотехнологий.</li> </ul> |

## 8. Электронная информационно-образовательная среда

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде Чебоксарского института (филиала) Московского политехнического университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), как на территории филиала, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда – совокупность информационных и телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств, обеспечивающих освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся

Электронная информационно-образовательная среда обеспечивает:

а) доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), практик;

б) формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы;

в) фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения программы бакалавриата;

г) проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;

д) взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети «Интернет». Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации. Основными составляющими ЭИОС филиала являются:

а) сайт института в сети Интернет, расположенный по адресу [www.polytech21.ru](http://www.polytech21.ru), <https://chebpolytech.ru/> который обеспечивает: - доступ обучающихся к учебным планам, рабочим программам дисциплин, практик, к изданиям электронных библиотечных систем, электронным информационным и образовательным ресурсам, указанных в рабочих программах (разделы сайта «Сведения об образовательной организации»); - информирование обучающихся обо всех изменениях учебного процесса (новостная лента сайта, лента анонсов); - взаимодействие между участниками образовательного процесса (подразделы сайта «Задать вопрос директору»);

б) официальные электронные адреса подразделений и сотрудников института с Яндекс-доменом @polytech21.ru (список контактных данных подразделений Филиала размещен на официальном сайте Филиала в разделе «Контакты», списки контактных официальных электронных данных преподавателей размещены в подразделах «Кафедры») обеспечивают взаимодействие между участниками образовательного процесса;

в) личный кабинет обучающегося (портфолио) (вход в личный кабинет размещен на официальном сайте Филиала в разделе «Студенту» подразделе «Электронная информационно-образовательная среда») включает в себя портфолио студента, электронные ведомости, рейтинг студентов и обеспечивает: - фиксацию хода образовательного процесса,

результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательных программ обучающимися, формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе с сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы,

г) электронные библиотеки, включающие электронные каталоги, полнотекстовые документы и обеспечивающие доступ к учебно-методическим материалам, выпускным квалификационным работам и т.д.: Чебоксарского института (филиала) - «ИРБИС»

д) электронно-библиотечные системы (ЭБС), включающие электронный каталог и полнотекстовые документы: - «ЛАНЬ» - [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com) - Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru>

е) платформа цифрового образования Политеха - <https://lms.mospolytech.ru/>

ж) система «Антиплагиат» - <https://www.antiplagiat.ru/>

з) система электронного документооборота DIRECTUM Standard — обеспечивает документооборот между Филиалом и Университетом;

и) система «1С Управление ВУЗом Электронный деканат» (Московский политехнический университет) обеспечивает фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательных программ обучающимися;

к) система «POLYTECH systems» обеспечивает информационное, документальное автоматизированное сопровождение образовательного процесса;

л) система «Абитуриент» обеспечивает документальное автоматизированное сопровождение работы приемной комиссии.

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

### Основная литература

Айзензон, А. Е. Физика : учебник и практикум для вузов / А. Е. Айзензон. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 335 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00487-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511373>

Физика : учебник и практикум для вузов / В. А. Ильин, Е. Ю. Бахтина, Н. Б. Виноградова, П. И. Самойленко ; под редакцией В. А. Ильина. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 399 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6343-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511376>

Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов / В. А. Рогов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 190 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00528-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512822>



### Дополнительная литература

Кравченко, Н. Ю. Физика : учебник и практикум для вузов / Н. Ю. Кравченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 300 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01027-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511701>

Шилов, М. А. Физика прочности и механика разрушения : учебное пособие для вузов / М. А. Шилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 175 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15598-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/520076>

### Периодика

1. 5 колесо : отраслевой журнал. <https://5koleso.ru>. - Текст : электронный.

2. Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета : Научный рецензируемый журнал. <https://vestnik.sibadi.org/jour/index>. - Текст : электронный.

### 11. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

| Профессиональная база данных и информационно-справочные системы  | Информация о праве собственности (реквизиты договора)   |
|--|---|
| Ассоциация инженерного образования России<br><a href="http://www.ac-raee.ru/">http://www.ac-raee.ru/</a>   | Совершенствование образования и инженерной деятельности во всех их проявлениях, относящихся к учебному, научному и технологическому направлениям, включая процессы преподавания, консультирования, исследования, разработки инженерных решений, включая нефтегазовую отрасль, трансфера технологий, оказания широкого спектра образовательных услуг, обеспечения связей с общественностью, производством, наукой и интеграции в международное научно-образовательное пространство. Свободный доступ |
| Все об автомобильных марках<br><a href="https://proautomarki.ru/kto-izobrel-avtomobil/">https://proautomarki.ru/kto-izobrel-avtomobil/</a>   | Описание истории создания автомобилей в мире и в России. Свободный доступ   |
| История автомобилей<br><a href="https://autohs.ru/avtomobili/legkovye/istoriya-razvitiya-avtomobilya-rannie-gody.html">https://autohs.ru/avtomobili/legkovye/istoriya-razvitiya-avtomobilya-rannie-gody.html</a> | Автомобиль величайшее изобретение, навсегда изменившее человечество. История развития автомобиля тесно связана с великими изобретателями и инженерами. Но в отличие от других крупных изобретений, оригинальная идея автомобиля не может быть приписана одному человеку. Над ней работали множество людей из разных стран мира.   |

| Профессиональная база данных и информационно-справочные системы   | Информация о праве собственности (реквизиты договора)   |
|---|---|
|   | На этом сайте речь пойдет о начальном этапе развития автомобиля. Свободный доступ   |
| <p>Научная электронная библиотека Elibrary<br/> <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a></p>   | <p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 26 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов, из которых более 4800 журналов в открытом доступе. Свободный доступ</p>                                 |
| <p>Трактор. История развития тракторной техники<br/> <a href="http://i-kiss.ru/rubrika/traktora">http://i-kiss.ru/rubrika/traktora</a></p>                              | <p>Трактор - это самодвижущаяся (гусеничная или колёсная) машина, предназначенная для выполнения сельскохозяйственных, дорожно-строительных, землеройных, транспортных и других работ в агрегате с прицепными, навесными или стационарными машинами, механизмами и приспособлениями.<br/> Слово «трактор» происходит от английского слово «track». Трак - это основной элемент, из которого собирается гусеница. Свободный доступ</p>     |
| <p>Профессия инженер-механик<br/> <a href="https://www.profguide.io/professions/injener_mehanik.html">https://www.profguide.io/professions/injener_mehanik.html</a></p> | <p>Инженер-механик (mechanical engineer) – это специалист, который занимается проектированием, конструированием и эксплуатацией механического оборудования, машин, аппаратов в различных сферах производства и народного хозяйства. Свободный доступ</p>  |
| <p>Федеральный портал «Российское образование»<br/> <a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a></p>   | <p>Федеральный портал «Российское образование» – уникальный интернет-ресурс в сфере образования и науки. Ежедневно публикует самые актуальные новости, анонсы событий, информационные материалы для широкого круга читателей. Ежедневно на портале размещаются эксклюзивные материалы, интервью с ведущими специалистами – педагогами, психологами, учеными, репортажи и аналитические статьи. Читатели получают доступ к нормативно-</p> |

|   |  |
|---|--|
| Профессиональная база данных и информационно-справочные системы | Информация о праве собственности (реквизиты договора)  |
|   | правовой базе сферы образования, они могут пользоваться самыми различными полезными сервисами – такими, как онлайн-тестирование, опросы по актуальным темам и т.д. |

| Название организации                                | Сокращённое название | Организационно-правовая форма  | Отрасль (область деятельности)  | Официальный сайт  |
|---|----------------------|--|---|---|
| Ассоциация международных автомобильных перевозчиков | АСМАП                | Ассоциация является некоммерческой организацией Ассоциация является юридическим лицом  | Координация деятельности членов Ассоциации и представления и защиты их интересов в сфере перевозок грузов и пассажиров в международном автомобильном сообщении          | <a href="https://www.asmap.ru/index.php">https://www.asmap.ru/index.php</a>             |
| Российский союз инженеров                           | РСИ                  | Общероссийская общественная организация «Российский союз инженеров» (далее именуемая «Союз») является основанным на членстве общественным объединением, созданным в форме общественной организации | Защита общих интересов и достижения уставных целей объединившихся граждан, осуществляющих свою деятельность на территории более половины субъектов Российской Федерации | <a href="http://российский-союз-инженеров.рф/">http://российский-союз-инженеров.рф/</a> |
| Ассоциация «Российские автомобильные дилеры»        | РОАД                 | Некоммерческая организация – объединение юридических лиц   | Координация предпринимательской деятельности, представление и защита общих имущественных интересов в области автомобильного дилерства                                   | <a href="https://www.asroad.org/">https://www.asroad.org/</a>                           |

## 12. Программное обеспечение (лицензионное и свободно распространяемое), используемое при осуществлении образовательного процесса

| Аудитория   | Программное обеспечение   | Информация о праве собственности (реквизиты договора, номер лицензии и т.д.)                                     |
|---|---|--|
| Учебная аудитория для проведения учебных занятий всех видов, предусмотренных программой | Kaspersky Endpoint Security Стандартный Educational Renewal 2 года. Band S: 150-249 | Номер лицензии 2B1E-211224-064549-2-19382 Сублицензионный договор №821_832.223.3K/21 от 24.12.2021 до 31.12.2023 |
|   | Windows 7   | договор №Д03 от 30.05.2012) с  |

| Аудитория  | Программное обеспечение   | Информация о праве собственности (реквизиты договора, номер лицензии и т.д.)                                     |
|--|---|--|
| бакалавриата/<br>специалитета/<br>магистратуры,<br>оснащенная<br>оборудованием и<br>техническими средствами  | OLPNLAcdbc  | допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16<br>(бессрочная лицензия)  |
|  | Google Chrome   | Свободное распространяемое программное обеспечение<br>(бессрочная лицензия)                                      |
|  | AIMP  | Свободное распространяемое программное обеспечение<br>(бессрочная лицензия)                                      |
| Учебная аудитория для проведения учебных занятий всех видов, предусмотренных программой бакалавриата/специалитета/магистратуры, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей)<br>Лаборатория физики<br>помещение №118б | Kaspersky Endpoint Security Стандартный Educational Renewal 2 года. Band S: 150-249 | Номер лицензии 2B1E-211224-064549-2-19382 Сублицензионный договор №821_832.223.3К/21 от 24.12.2021 до 31.12.2023 |
|  | Windows 7<br>OLPNLAcdbc   | договор №Д03 от 30.05.2012) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16<br>(бессрочная лицензия)                    |
|  | Google Chrome   | Свободное распространяемое программное обеспечение<br>(бессрочная лицензия)                                      |
|  | AIMP  | Свободное распространяемое программное обеспечение<br>(бессрочная лицензия)                                      |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся<br>Помещение № 112б   | Kaspersky Endpoint Security Стандартный Educational Renewal 2 года. Band S: 150-249 | Номер лицензии 2B1E-211224-064549-2-19382 Сублицензионный договор №821_832.223.3К/21 от 24.12.2021 до 31.12.2023 |
|  | Windows 7<br>OLPNLAcdbc   | договор №Д03 от 30.05.2012) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16<br>(бессрочная лицензия)                    |
|  | AdobeReader   | свободно распространяемое программное обеспечение<br>(бессрочная лицензия)                                       |
|  | Гарант  | Договор № 735_480.2233К/20 от 15.12.2020   |
|  | Yandex браузер  | свободно распространяемое программное обеспечение<br>(бессрочная лицензия)                                       |
|  | Microsoft Office Standard 2007(Microsoft  | номер лицензии-42661846 от 30.08.2007) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16 (бессрочная                      |

| Аудитория | Программное обеспечение   | Информация о праве собственности (реквизиты договора, номер лицензии и т.д.)          |
|-----------|---|---|
|           | DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Academic(Microsoft Open License | лицензия)   |
|           | Zoom  | свободно распространяемое программное обеспечение (бессрочная лицензия)               |
|           | AIMP  | отечественное свободно распространяемое программное обеспечение (бессрочная лицензия) |

### 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Тип и номер помещения   | Перечень основного оборудования и технических средств обучения   |
|---|--|
| Учебная аудитория для проведения учебных занятий всех видов, предусмотренных программой бакалавриата/специалитета/ магистратуры, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей)<br>Лаборатория физики<br>помещение №117б | <u>Оборудование: комплект мебели для учебного процесса; доска учебная; стенды</u><br><u>Технические средства обучения: компьютерная техника; лабораторные стенды; комплект лабораторного оборудования по дисциплине</u>                                    |
| Учебная аудитория для проведения учебных занятий всех видов, предусмотренных программой бакалавриата/специалитета/ магистратуры, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей)<br>Лаборатория физики<br>помещение №118б |  |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся<br>Помещение № 112б  | <u>Оборудование: комплект мебели для учебного процесса;</u><br><u>Технические средства обучения: персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Филиала</u> |

#### **14. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины**

##### ***Методические указания для занятий лекционного типа***

В ходе лекционных занятий обучающемуся необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой дисциплины.

##### ***Методические указания для занятий семинарского (практического) типа.***

Практические занятия позволяют развивать у обучающегося творческое теоретическое мышление, умение самостоятельно изучать литературу, анализировать практику; учат четко формулировать мысль, вести дискуссию, то есть имеют исключительно важное значение в развитии самостоятельного мышления.

Подготовка к практическому занятию включает два этапа. На первом этапе обучающийся планирует свою самостоятельную работу, которая включает: уяснение задания на самостоятельную работу; подбор основной и дополнительной литературы; составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки. Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.

Второй этап включает непосредственную подготовку к занятию, которая начинается с изучения основной и дополнительной литературы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. Далее следует подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на практическое занятие или по теме, вынесенной на дискуссию (круглый стол), продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой темы с реальной жизнью.

Готовясь к докладу или выступлению в рамках интерактивной формы (дискуссия, круглый стол), при необходимости следует обратиться за помощью к преподавателю.

##### ***Методические указания к самостоятельной работе.***

Самостоятельная работа обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа обучающегося над усвоением учебного

материала по учебной дисциплине может выполняться в библиотеке университета, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Содержание и количество самостоятельной работы обучающегося определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, практическими заданиями и указаниями преподавателя.

***Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:***

- 1) конспектирование (составление тезисов) лекций;
- 2) выполнение контрольных работ;
- 3) решение задач;
- 4) работу со справочной и методической литературой;
- 5) работу с нормативными правовыми актами;
- 6) выступления с докладами, сообщениями на семинарских занятиях;
- 7) защиту выполненных работ;
- 8) участие в оперативном (текущем) опросе по отдельным темам изучаемой дисциплины;
- 9) участие в беседах, деловых (ролевых) играх, дискуссиях, круглых столах, конференциях;
- 10) участие в тестировании и др.

***Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:***

- 1) повторения лекционного материала;
- 2) подготовки к практическим занятиям;
- 3) изучения учебной и научной литературы;
- 4) изучения нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);
- 5) решения задач, и иных практических заданий
- 6) подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.;
- 7) подготовки к практическим занятиям устных докладов (сообщений);
- 8) подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя;
- 9) выполнения курсовых работ, предусмотренных учебным планом;
- 10) выполнения выпускных квалификационных работ и др.
- 11) выделения наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями на консультациях.
- 12) проведения самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.

Текущий контроль осуществляется в форме устных, тестовых опросов, докладов, творческих заданий.

В случае пропусков занятий, наличия индивидуального графика обучения и для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы

типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок.

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

Обучение по дисциплине «Нanomатериалы и нанотехнологии» инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции и с ОВЗ по слуху предусматривается сопровождение лекций и практических занятий мультимедийными средствами, раздаточным материалом.

Для студентов с ОВЗ по зрению предусматривается применение технических средств усиления остаточного зрения, а также предусмотрена возможность разработки аудиоматериалов.

По дисциплине «Нanomатериалы и нанотехнологии» обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может осуществляться как в аудитории, так и с использованием электронной информационно-образовательной среды, образовательного портала и электронной почты.



## ЛИСТ ДОПОЛНЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЙ рабочей программы дисциплины

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры, протокол № 10 от «10» апреля 2021 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплины, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры, протокол № 9 от «14» мая 2022 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплины, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации тем для самостоятельной работы, актуализации вопросов для подготовки к промежуточной аттестации, актуализации перечня основной и дополнительной учебной литературы.

---

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры, протокол № 08 от «20» мая 2023 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплины, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации тем для самостоятельной работы, актуализации вопросов для подготовки к промежуточной аттестации, актуализации перечня основной и дополнительной учебной литературы.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры, протокол № 10 от «22» августа 2023 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации электронных библиотечных систем.