

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины | | |

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ИФФВТ
от « 21 » мая 2024 г., протокол № 10

Председатель _____ /В.В. Рыбин/
(подпись)
« 21 » мая 2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|------------|--|
| Дисциплина | Основы нанотехнологий и наноматериалов |
| Факультет | Инженерно-физический факультет высоких технологий |
| Кафедра | Кафедра физического материаловедения |
| Курс | 1 |

Направление (специальность): **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**
код направления (специальности), полное наименование

Направленность
(профиль/специализация) **Материаловедение наноструктурированных композиционных материалов**
полное наименование

Форма обучения **очная**
очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)

Дата введения в учебный процесс УлГУ: **«01» сентября 2024 г.**

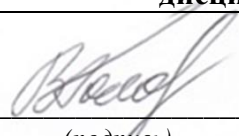
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Сведения о разработчиках:

| ФИО | Кафедра | Должность, ученая степень, звание |
|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Голованов В.Н. | Кафедра физического материаловедения | д.ф.-м.н., заведующий кафедрой |

| |
|---|
| СОГЛАСОВАНО |
| Заведующий кафедрой Физического материаловедения, реализующей дисциплину |
|  _____ /В.Н. Голованов/ (подпись) (ФИО) |
| « 19 » мая 2024 г. |


| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины | | |

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ
в рабочую программу дисциплины «**Основы нанотехнологий и наноматериалов**»

Направление (специальность): **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**
Направленность (профиль/специализация) **Материаловедение наноструктурированных композиционных материалов**

Форма обучения: **очная**

| № п/п | Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст изменения | ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину/ выпускающей кафедрой | Подпись | Дата |
|--------------|---|---|----------------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины | | |

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины: В курсе «Основы нанотехнологий и наноматериалов» студенты должны получить первичные, но цельные представления о структуре, свойствах и особенностях нанообъектов и наноматериалов, фундаментальных принципах и закономерностях их поведения, передовых технологиях их получения, исследования и крупномасштабного производства.

Задачи освоения дисциплины: Формирование компетенций **ОПК-4, ОПК-6.**

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина "Основы нанотехнологий и наноматериалов" относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».


Освоение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин:

- Аналитическая геометрия и линейная алгебра
- Информатика
- История развития технологий
- Математический анализ
- Ознакомительная практика
- Прикладная механика
- Физика
- Химия
- Экология

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:

- Высоковакуумные технологические процессы в наноинженерии
- Дифференциальные уравнения и дискретная математика
- Композиционные материалы. Металломатричные, с полимерной матрицей
- Материаловедение
- Материаловедение наноматериалов и наносистем
- Системы управления технологическими процессами
- Структура и свойства металлических наноматериалов
- Теория вероятностей и математическая статистика
- Технологические системы в нанотехнологиях
- Физико-химические основы нанотехнологий
- Электротехника и электроника

а также для производственной и преддипломной практик, государственной итоговой аттестации.

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины | | |

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПОП

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:


| Код и наименование реализуемой компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций |
|--|--|
| ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | Знать: формы и методы профессиональной коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности. Уметь: осуществлять профессиональную коммуникацию в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности. Владеть: профессиональной коммуникацией в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности. |
| ОПК-6 Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии | Знать – основные этапы развития и научные направления науки о наноматериалах и наноинженерии; Уметь – пользоваться информационно-библиографическими системами для поиска информации по темам практических занятий и для написания рефератов по различным направлениям наноматериаловедения и наноинженерии; Владеть – информационно-коммуникационными и компьютерными технологиями в рамках формирования компетенций и информацией об областях будущей профессиональной деятельности в сфере наноинженерии. |

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 3 ЗЕТ.

4.2. По видам учебной работы (в часах): 108

| Вид учебной работы | Количество часов (форма обучения – очная) | | | |
|--|---|---------------------|---|-----|
| | Всего по плану | в т.ч. по семестрам | | |
| | | 1 | 2 | 3-8 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП | 54/54 | 54/54 | - | - |
| Аудиторные занятия: | | | | |
| • Лекции (в т.ч. 0 ПрП)* | 18/18 | 18/18 | - | - |
| • практические и семинарские занятия (в т.ч. 0 ПрП)* | 36/36 | 36/36 | - | - |
| • лабораторные работы, практикумы (в т.ч. – ПрП)* | - | - | - | - |

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины | | |

| | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|----------|----------|
| Самостоятельная работа | 54/54 | 54/54 | - | - |
| Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы | Устный опрос, коллоквиум | Устный опрос, коллоквиум | - | - |
| Курсовая работа | - | - | - | - |
| Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет) | зачет | зачет | - | - |
| Всего часов по дисциплине | 108/108 | 108/108 | - | - |


* В случае необходимости использования в учебном процессе частично/ исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.

*часы ПрП по дисциплине указываются в соответствии с УП, в случае, если дисциплиной предусмотрено выполнение отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью обучающихся.

4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения: очная

| Название разделов и тем | Всего | Виды учебных занятий | | | | |
|---|-------|----------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------------|------------------------|
| | | Аудиторные занятия | | | в т.ч. занятия в интерактивной форме | Самостоятельная работа |
| | | лекции | практические занятия, семинары | лабораторные работы | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Раздел 1. Дисперсные системы, коллоиды и растворы высокомолекулярных соединений. | | | | | | |
| 1. Классификация наноразмерных объектов и материалов. | 5 | 1 | | | | 3 |
| 2. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем и растворов высокомолекулярных соединений. | 11 | 2 | 4 | | | 5 |
| Раздел 2. Размерные эффекты | | | | | | |
| 3. Поверхностные эффекты. | 10 | 1 | 4 | | | 5 |
| 4. Эффекты квантовых ограничений. | 12 | 2 | 4 | | | 6 |
| Раздел 3. Фазовые переходы. | | | | | | |

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины | | |

| | | | | | | |
|--|-----|----|----|--|--|----|
| 5. Условия фазовых равновесий. | 10 | 1 | 4 | | | 5 |
| 6. Теория нуклеации. | 11 | 1 | 4 | | | 6 |
| 7. Кристаллизация из расплава. | 10 | 1 | 4 | | | 5 |
| 8. Гетерогенное зарождение новой фазы. | 9 | 1 | 3 | | | 5 |
| 9. Кинетика фазовых переходов. | 4 | 1 | | | | 3 |
| Раздел 4. Новые углеродные материалы. | | | | | | |
| 10. Углеродные нанотрубки. | 10 | 1 | 3 | | | 6 |
| 11. Механические, электромеханические и оптические свойства УНТ. | 3 | 1 | | | | 2 |
| Раздел 5. Электрические свойства металлов и полупроводников | | | | | | |
| 12. Теория электропроводности. | 5 | 1 | 1 | | | 3 |
| 13. Контакты Ме и полупр-в | 4 | 1 | | | | 3 |
| Раздел 6. Приборы и методы изучения наноматериалов. | | | | | | |
| 14. Электронные микроскопы. | 5 | 1 | 1 | | | 3 |
| Итого: | 108 | 18 | 36 | | | 54 |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1. Дисперсные системы, коллоиды и растворы высокомолекулярных соединений.

Тема 1. Классификация наноразмерных объектов и материалов.

Терминология и определения.

Истоки нанонауки.

9 комбинаций двухфазных систем по агрегатным состояниям дисперсной фазы и дисперсионной среды.


Тема 2. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем и растворов высокомолекулярных соединений.

Диффузия.

Седиментация.

Броуновское движение. Гипсометрический закон.

Определение размеров частиц и молекулярной массы.

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины | | |

Раздел 2. Размерные эффекты.

Тема 3. Поверхностные эффекты.

Дисперсность. Адгезия.

Искривлённая поверхность. Капиллярные явления.

Среднее координационное число и стабильность частицы.

Химическая активность пыли.

Тема 4. Эффекты квантовых ограничений.

Квантовомеханический подход к физическим задачам. Волны и частицы.

Задача об электроде в потенциальной яме бесконечной глубины.

Металлическая модель молекулы с сопряжёнными связями.

Квантовые ямы, проволоки и точки.

Методы приготовления квантовых структур. Литография.

Электроны в металле. Теория почти свободных электронов. Зонная структура энергетического спектра.

Туннельный диод. Лазер на квантовой яме.

Раздел 3. Фазовые переходы.

Тема 5. Условия фазовых равновесий.

Определения основных понятий: система, фаза, компоненты и др.

Правило фаз Гиббса.

P-T диаграмма однокомпонентной системы. Степени свободы.

Диаграмма G-T. Условия равновесия фаз.

Зависимость давления в равновесном фазовом переходе от температуры. Уравнение

Клапейрона-Клаузиуса.

Тема 6. Теория нуклеации.

Свободная энергия Гиббса и фазовые переходы.

Конденсация. Формула Лапласа. Кристаллизация из раствора.

Тема 7. Кристаллизация из расплава.

Изменение химического потенциала при переохлаждении.

Кристаллизация из расплава.

Снижение температуры плавления ультрамалых частиц.

Тема 8. Гетерогенное зарождение новой фазы.

Уравнение Юнга. Минимизация свободной энергии.

Роль центров нуклеации. Кривизна поверхности затравки. Нуклеанты.

Тема 9. Кинетика фазовых переходов.

Скорость нуклеации при конденсации и кристаллизации из пара.

Скорость нуклеации при кристаллизации из раствора.

Скорость нуклеации при кристаллизации из расплава.

Получение УДП в низкотемпературной плазме.

Раздел 4. Новые углеродные материалы.

Тема 10. Углеродные нанотрубки.

Углеродные волокна. Нанотрубки. Типы нанотрубок.

Графен. Графеновый слой. Геометрия нанотрубок.

Получение УНТ. Методы очистки УНТ.


Тема 11. Механические, электромеханические и оптические свойства УНТ.

Механические свойства. УНТ для композиционных материалов.

Наноконкомпозиты проводящие электрический ток.

Электрические (электронные) свойства УНТ. ЭЛТ на УНТ.

Оптические свойства УНТ. Осветительные лампы.

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины | | |

Раздел 5. Электрические свойства металлов и полупроводников

Тема 12. Электропроводность металлов.

Классическая теория электропроводности металлов. Закон Ома и Закон Джоуля-Ленца. Контактная разность потенциалов. Термопара.

Тема 13. Природа проводимости в полупроводниках.

Собственная и примесная проводимость в полупроводниках.

Диод и транзистор.

Раздел 6. Приборы и методы изучения наноматериалов.

Тема 14. Электронные микроскопы и МУР.

Просвечивающие и сканирующие электронные микроскопы.

Туннельные микроскопы. Силовые микроскопы.

Малоугловое рентгеновское рассеяние.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Раздел 1. Дисперсные системы, коллоиды и растворы высокомолекулярных соединений.

Тема 2. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем и растворов высокомолекулярных соединений.

Раздел 2. Размерные эффекты.

Тема 3. Поверхностные эффекты.

Тема 4. Эффекты квантовых ограничений.

Раздел 3. Фазовые переходы.

Тема 5. Условия фазовых равновесий.

Тема 6. Теория нуклеации.

Тема 7. Кристаллизация из расплава.

Тема 8. Гетерогенное зарождение новой фазы.

Тема 9. Кинетика фазовых переходов.

Раздел 4. Новые углеродные материалы.

Тема 10. Углеродные нанотрубки.

Тема 11. Механические, электромеханические и оптические свойства УНТ.

Раздел 5. Электрические свойства металлов и полупроводников

Тема 12. Электропроводность металлов.

Классическая теория электропроводности металлов. Закон Ома и Закон Джоуля-Ленца.

Тема 13. Природа проводимости в полупроводниках.

Собственная и примесная проводимость в полупроводниках.

Раздел 6. Приборы и методы изучения наноматериалов.

Тема 14. Электронные микроскопы.

Форма занятий – решение задач и семинары. Характер задач ясен из примеров билетов для контрольных работ.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторные работы не предусмотрены рабочим учебным планом.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Составляются задачи, соответствующие содержанию темы и способствующие освоению материала.

Курсовые работы на 1 курсе не предусмотрены.

Билеты контрольных работ (примеры):

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины | | |

К контрольной работе №1:

Билет №1

1. Вычислить отношение концентраций кварцевых частиц радиуса $r = 5 \times 10^{-6}$ м, рассеянных в воде после установления равновесия в слоях на расстоянии 1 см друг от друга. Плотность воды и кварца $\rho_0 = 1$ г см⁻³ и $\rho = 2,6$ г см⁻³, соответственно.
2. Скорость оседания частиц кварца ($\rho = 2,6$ гсм⁻³) радиуса $r = 1 \times 10^{-7}$ м в воде ($\eta = 1$ мПа с, $\rho_0 = 1$ г см⁻³) составляет 1 см за 80 часов. Какова должна быть угловая скорость и число оборотов в минуту в ультрацентрифуге для частиц, осаждающихся со скоростью 1 см мин⁻¹ на расстоянии $R=10$ см от оси вращения?
3. В 4-процентном растворе вещества интенсивность света уменьшается в два раза на глубине $l_1 = 20$ мм. Во сколько раз уменьшается интенсивность света на глубине $l_2 = 30$ мм в 8-процентном растворе того же вещества?

Билет №2

1. Определить высоту, на которой частичная концентрация золя золота, имеющего диаметр частиц $2,6 \times 10^{-7}$ см, убывает в 3 раза. Плотность частиц золота равна 19 г/см³.
2. Определить коэффициент диффузии и среднеквадратичный сдвиг частицы золя за время 10 с при 293 К, если радиус частицы равен 50 нм, а вязкость воды $\eta = 1$ мПа с.
3. При прохождении света с длиной волны λ_1 через слой вещества его интенсивность уменьшается вследствие поглощения в 4 раза. Интенсивность света с длиной волны λ_2 по той же причине ослабляется в 3 раза. Найти показатель поглощения k_2 для света с длиной волны λ_2 , если для света с длиной волны λ_1 он равен $k_1 = 0,02$ см⁻¹.

К контрольной работе №2:

Билет №1

1. Длина волны де Бройля электрона $\lambda=10$ нм. Какую энергию (в эВ) необходимо дополнительно сообщить электрону, чтобы его длина волны де Бройля уменьшилась в 10 раз?
2. Найдите наибольшую и наименьшую длины волн в спектре водорода в серии Лаймана.
3. В кристаллах CdSe эффективная масса электронов $m_e^*=0,11m_0$, а дырок $m_h^*=0,63m_0$, где m_0 - масса свободного электрона. Ширина запрещённой зоны $E_g=1,74$ эВ. В частицах какого размера длина волны люминесценции будет равна 500 нм?

Билет №4

1. Длина волны де Бройля электрона $\lambda=20$ нм. Какую энергию (в эВ) необходимо дополнительно сообщить электрону, чтобы его длина волны де Бройля уменьшилась в 8 раз?
2. Найдите наибольшую и наименьшую длины волн в спектре водорода в серии Бальмера.
3. В кристаллах CdTe эффективная масса электронов $m_e^*=0,09m_0$, а дырок $m_h^*=0,45m_0$, где m_0 - масса свободного электрона. Ширина запрещённой зоны $E_g=1,45$ эВ. В частицах какого размера длина волны люминесценции будет равна 600 нм?

К контрольной работе №3:

Билет №1

1. Длинноволновая (красная) граница фотоэффекта для серебра равна 0,26 мкм. Определить работу выхода (в джоулях).

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины | | |

2. Определить постоянную решетки кристалла LiJ, если известно, что зеркальное отражение первого порядка рентгеновских лучей с длиной волны $2,10 \text{ \AA}$ от естественной грани этого кристалла происходит при угле скольжения $10^\circ 5'$.

3.3. Рассчитать значение энергии Ферми в модели свободных электронов для Al, если плотность и молекулярная масса этого элемента равны, соответственно: $\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$, $M = 27 \text{ г/моль}$.

Билет №2

1. Определить красную границу фотоэффекта для калия, если работа выхода равна 2 эВ.

2. Определить длину волн де-Бройля электронов, ускоренных до энергий $W = 1 \text{ КэВ}$.

3. Вычислить энергию Ферми и максимальную скорость электронов при $T=0$ для меди в предположении, что на один атом приходится один свободный электрон. Плотность меди $8,9 \text{ г/см}^3$.

9. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Что такое нанообъекты и нанотехнологии. Классификация двухфазных систем по агрегатным состояниям дисперсной фазы и дисперсионной среды.

2. Свойства коллоиднодисперсных систем. Диффузия. Закон диффузии.

3. Свойства коллоиднодисперсных систем. Седиментация. Скорость седиментации. Определение размеров частиц.

4. Свойства коллоиднодисперсных систем. Гипсометрический закон. Определение масс частиц и молекулярной массы.

5. Искривлённая поверхность. Капиллярные явления. Формула Лапласа.

6. Фазовый переход в однокомпонентной системе. Изменение свободной энергии Гиббса при конденсации. Критический радиус зародыша новой фазы. Роль пересыщения пара. Равновесное давление над поверхностью капли. Уравнение Кельвина.

7. Кристаллизация из раствора. Кристаллизация из расплава. Снижение температуры плавления ультрамалых частиц.

8. Гетерогенное зарождение новой фазы.

9. Взаимодействие света с дисперсными частицами. Рассеяние света. Формула Рэлея.

10. Поглощение света золями. Закон Бугера-Ламберта-Бера.

11. Элементарные акты взаимодействия излучений с веществом. Существование элементарного кванта действия как фундаментальный закон природы. Квантовые свойства электромагнитного излучения. Фотоны. Объяснение законов фотоэффекта.

12. Корпускулярно-волновой дуализм частиц вещества. Волны и частицы.

Задача об электроны в потенциальной яме бесконечной глубины.

13. Одноэлектронное приближение в теории твёрдого тела. Электроны в потенциальной яме. Квантование энергии электронов. Энергия Ферми.

14. Брэгговские отражения электронных волн в кристалле. Энергетические зоны. Проводники, полупроводники и изоляторы.

15. Классификация низкоразмерных структур. Квантовые ямы, проволоки и точки. Структуры типа 0D. Спектр энергий. Туннельный диод.


16. Коллоидные полупроводниковые наночастицы. Люминесценция. Размерная зависимость ширины эффективной запрещённой зоны.

17. Электрические свойства квантовых точек. Одноэлектронное туннелирование.

18. Структуры типа 1D. Спектр энергетических состояний. В нанопроволоках.

19. Автоэлектронная эмиссия в 1D структурах. Катодолюминесцентные излучатели и плоские дисплеи.

20. Структуры типа 2D (квантовые ямы). Лазеры на квантовых ямах.

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины | | |

21. Методы приготовления квантовых структур. Литография.
22. Графен. Получение графена. Механическое отслаивание. Химическое отслаивание. Химическое осаждение из паровой фазы.
23. Фуллерены (C₆₀, C₇₀ и т.п.). Технология получения. Применение фуллере-нов.
24. Углеродные нанотрубки. Хиральность. Одностенные и многостенные УНТ. Методы получения УНТ.
25. Кластеры в опаловых матрицах. Фотонные кристаллы.
26. Пористые материалы. Пористый кремний. Фотолюминесценция. Применение пористых материалов.
27. Аэрогели. Аэрогель из графена и нанотрубок. Применения аэрогелей.
28. Туннельные микроскопы. Силовые микроскопы.


10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).

По каждой форме обучения: очная/заочная/очно-заочная заполняется отдельная таблица.

Форма обучения: очная

| Название разделов и тем | Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.) | Объем в часах | Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.) |
|-----------------------------------|---|---------------|---|
| По всем темам семинарских занятий | Проработка учебного материала, решение задач, контрольная работа, подготовка к сдаче экзамена и др.) | 54 | КР и экзамен |

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины | | |

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Калашников Е. Г. Введение в наноинженерию : учеб. пособие по направл. 152200 "Наноинженерия" / Е. Г. Калашников; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2016. – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/167>
2. Витязь, П. А. Основы нанотехнологий и наноматериалов : учебное пособие / П. А. Витязь, Н. А. Свидунович. — Минск : Вышэйшая школа, 2010. — 302 с. — ISBN 978-985-06-1783-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20108.html>

Дополнительная литература:


1. Глущенко, А. Г. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / А. Г. Глущенко, Е. П. Глущенко. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 269 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/75388.html>
2. 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>
3. Наноструктурные материалы : учебное пособие / под редакцией Р. Ханнинк. — Москва : Техносфера, 2009. — 488 с. — ISBN 978-5-94836-221-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/12730.html>

Учебно-методическая:

1. Калашников Е. Г. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Основы нанотехнологий и наноматериалов» для студентов бакалавриата всех форм обучения направлений подготовки: 28.03.02 «Наноинженерия», 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» / Ульян. гос. ун-т, ИФФВТ. - 2022. - Неопубликованный ресурс. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/14699>

Согласовано:

Ведущий специалист ООП _____ / Чамеева А.Ф. / _____ / _____ 2023г.
(Должность работника научной библиотеки) (ФИО) (подпись) (дата)

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины | | |

б) Программное обеспечение

1. ОС Microsoft Windows
2. Microsoft OfficeStd 2016 RUS
3. «МойОфис Стандартный»

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2023]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». – Москва, [2023]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.


1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2023]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com :электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2023]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон.дан. - Москва :КонсультантПлюс, [2023].

3. Базы данных периодических изданий:

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины | | |

3.1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2023]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.2. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД «Гребенников». – Москва, [2023]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. **Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»:** электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2023]. – URL:<https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. Российское образование: федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. **Электронная библиотечная система УлГУ :** модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Инженер ведущий / Щуренко Ю.В. /  / _____
Должность сотрудника УИГТ ФИО подпись дата


12.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

13.СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

| | | |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины | | |

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/ исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно- образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей

Разработчик



зав. кафедрой ФМ, д.ф.-м.н., профессор Голованов В.Н.