

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д. И. Менделеева»



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

С.Н. Филатов

« 25 » 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физикохимия и технология углеродных наноматериалов»

**Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов**

**Профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и
наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
На заседании Методической комиссии
Ученого совета
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 25 » мая 2021 г.

Председатель  Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена доцентом кафедры наноматериалов и нанотехнологии к.х.н.
доцентом Мурадовой А.Г.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры наноматериалов и
нанотехнологии «28» апреля 2021 г., протокол № 11.

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|----|--|----------|
| 1 | Цели и задачи дисциплины | 4 |
| 2 | Требования к результатам освоения дисциплины | 4 |
| 3 | Объем дисциплины и виды учебной работы | 5 |
| 4 | Содержание дисциплины | 6 |
| | 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий | 6 |
| | 4.2 Содержание разделов дисциплины | 6 |
| 5 | Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины | 7 |
| 6 | Практические и лабораторные занятия | 8 |
| | 6.1 Практические занятия | 8 |
| | 6.2 Лабораторные занятия | 8 |
| 7 | Самостоятельная работа | 8 |
| 8 | Оценочные средства для контроля освоения дисциплины | 9 |
| | 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы | 9 |
| | 8.2 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины | 10 10 |
| | 8.3 Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (Зачет)..... | 10 |
| 9 | Учебно-методическое обеспечение дисциплины | 11 |
| | 9.1 Рекомендуемая литература | 11 |
| | 9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации | 12 |
| | 9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины | 12 |
| 10 | Методические указания для обучающихся | 13 |
| | 10.1 Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий..... | 13 |
| | 10.2 Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий..... | 12 |
| 11 | Методические указания для преподавателей | 13 |
| | 11.1 Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий..... | 13 |
| | 11.2 Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий..... | 14 |
| 12 | Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе | 14 |
| 13 | Материально-техническое обеспечение дисциплины | 20 |
| | 13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе | 20 |
| | 13.2. Учебно-наглядные пособия | 20 |
| | 13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства | 20 |
| | 13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы | 20 |
| | 13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения..... | 21 |
| 14 | Требования к оценке качества освоения программ | 21 |
| 15 | Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья..... | 21 |

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) бакалавриата по направлению подготовки **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** профиль подготовки **«Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»**, рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева.

Дисциплина **«Физикохимия и технология углеродных наноматериалов»** относится к вариативной части дисциплин (дисциплины по выбору) учебного плана (**Б1.В.ДВ.04.02**). Программа предполагает, что обучающиеся имеют подготовку в области органической химии, биохимии и физикохимии наноматериалов.

Цель дисциплины: приобретение знаний, умений, владений и формирование компетенций в области углеродных наноматериалов и ознакомление с их структурой, свойствами, возможностями применения.

Задача дисциплины:

формирование у обучающихся системных знаний в области углеродных наноматериалов, основных методов получения и возможностей потенциального применения углеродных наноматериалов.

Дисциплина **«Физикохимия и технология углеродных наноматериалов»** преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **«Физикохимия и технология углеродных наноматериалов»** при подготовке бакалавров по направлению 22.03.01 – «Материаловедение и технологии материалов», профиль подготовки – **Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем** направлено на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

| Задача профессиональной деятельности | Объект или область знания | Код и наименование профессиональной компетенции | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции |
|---|---|--|--|--|
| <p>– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников;</p> <p>– участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке</p> | <p>- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия;</p> <p>- методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы</p> | <p>ПК-2 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания</p> | <p>ПК-2.1 Знает основные принципы и методики комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания</p> <p>ПК-2.2 Умеет применять навыки комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая</p> | <p>Профессиональный стандарт 26.006 «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 604н.</p> <p>А: Лабораторно-аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – б)</p> <p>В: Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – б)</p> <p>Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 604н.</p> |

| | | | | |
|--|--|---|---|--|
| <p>эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; – сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.</p> | <p>диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности.</p> | | <p>стандартные и сертификационные испытания</p> <p>ПК-2.3 Владеет основными методами комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания</p> | <p>Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н.</p> <p>С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6)</p> |
| <p>– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз</p> | <p>- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные,</p> | <p>ПК-5 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований наноматериалов и процессов их получения, обработки и модификации</p> | <p>ПК-5.3 Владеет основными методами определения физико-химических свойств наноматериалов</p> | <p>Профессиональный стандарт 26.006 «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 604н.</p> <p>А: Лабораторно-аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| <p>данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных</p> | <p>аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия; - процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред;</p> | | | <p>композиционных материалов (уровень квалификации – 6) В: Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6) Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н. С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6) Анализ опыта</p> |
|--|--|--|--|--|

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию. | | | | |
|--|--|--|--|--|

В результате изучения дисциплины обучающийся должен **знать:**

- модификации углерода, структуру и свойства углеродных наноматериалов, возможности их использования;

уметь:

- использовать различные источники информации для получения сведений о новейших исследованиях в области углеродных наноматериалов;
- критически анализировать научные публикации;

владеть:

- навыками подготовки аналитических обзоров современной научной литературы в области углеродных наноматериалов в устной и письменной форме.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы | Всего | | Семестр 3 семестр | |
|--|--------------|------------|----------------------|------------|
| | ЗЕ | Акад. ч. | ЗЕ | Акад. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины | 3,0 | 108 | 3,0 | 108 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,33 | 48 | 1,33 | 48 |
| Лекции | 0,89 | 32 | 0,89 | 32 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,44 | 16 | 0,44 | 16 |
| Лабораторные работы (ЛР) | - | - | - | - |
| Самостоятельная работа | 1,67 | 60 | 1,67 | 60 |
| Контактная самостоятельная работа | 1,67 | 0,2 | 1,67 | 0,2 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | | 59,8 | | 59,8 |
| Виды контроля: | | | | |
| Зачет | + | + | + | + |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | - | - | - | - |
| Вид итогового контроля: | Зачет | | | |

| Вид учебной работы | Всего | | Семестр 3 семестр | |
|--|--------------|-----------|----------------------|-----------|
| | ЗЕ | Астр. ч. | ЗЕ | Астр. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины | 3,0 | 81 | 3,0 | 81 |
| Контактная работа – аудиторные занятия: | 1,33 | 36 | 1,33 | 36 |
| Лекции | 0,89 | 24 | 0,89 | 24 |
| Практические занятия (ПЗ) | 0,44 | 12 | 0,44 | 12 |
| Лабораторные работы (ЛР) | - | - | - | - |
| Самостоятельная работа | 1,67 | 45 | 1,67 | 45 |
| Контактная самостоятельная работа | 1,67 | 0,15 | 1,67 | 0,15 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | | 44,85 | | 44,85 |
| Виды контроля: | | | | |
| Зачет | + | + | + | + |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | - | - | - | - |
| Вид итогового контроля: | Зачет | | | |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины | Академ. Часов | | | |
|----------|--|---------------|-----------|------------|-------------|
| | | Всего | Лекции | Прак. зан. | Сам. работа |
| 1 | Классификация углеродных наноструктур. Нанотрубки и фуллерены | 36 | 14 | 6 | 16 |
| 1.1 | Введение. Классификация углеродных наноструктур | 10 | 4 | 2 | 4 |
| 1.2 | Углеродные нанотрубки | 14 | 6 | 2 | 6 |
| 1.3 | Фуллерен | 12 | 4 | 2 | 6 |
| 2 | Композиты на основе углеродных наноматериалов. Неуглеродные нанотрубки. Графен. Наноалмаз | 44 | 18 | 10 | 16 |
| 2.1 | Графен | 10 | 4 | 2 | 4 |
| 2.2 | Наноалмаз | 12 | 4 | 2 | 6 |
| 2.3 | Композиты, содержащие углеродные материалы | 14 | 6 | 4 | 4 |
| 2.4 | Неуглеродные нанотрубки | 8 | 4 | 2 | 2 |
| | Реферат | 12 | - | - | 12 |
| | Подготовка к зачету | 16 | - | - | 16 |
| | Форма контроля - зачет | - | - | - | - |
| | Всего часов | 108 | 32 | 16 | 60 |

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Классификация углеродных наноструктур. Нанотрубки и фуллерены

1.1 Введение. Классификация углеродных наноструктур

Аллотропные модификации углерода Основные понятия квантовой химии. Гибридизация атомных орбиталей и многообразие аллотропных модификаций и химических соединений углерода. Алмаз и алканы. Графит, графен, арены, алкены, карбин, алкины. Смешанные и промежуточные аллотропные модификации углерода.

1.2 Углеродные нанотрубки

История открытия углеродных нанотрубок. Понятие одностенных и многостенных углеродных нанотрубок. Информация об их строении и методах получения. Структурные свойства. Хиральность нанотрубок. Электронные свойства нанотрубок. Электронные свойства графитовой плоскости. Механические свойства. Упругие свойства углеродных нанотрубок. Электромеханические свойства углеродных нанотрубок. Понятие хиральности. Обсуждение взаимосвязи хиральности и физических свойств углеродных нанотрубок. Применение углеродных нанотрубок. Токсичность нанотрубок.

1.3 Фуллерен

История открытия фуллеренов. Кластеры углерода. Установка и методики Ричарда Смолли. Открытия Бакминстера Фуллера. Понятие о фуллеренах. Теорема Эйлера и структура молекул фуллеренов и углеродных нанокластеров, фуллереноподобные

структуры в живой природе. Углеродные кластеры фуллероидного типа. Синтез, модифицирование, использование фуллеренов.

Раздел 2. Композиты на основе углеродных наноматериалов. Неуглеродные нанотрубки. Графен. Наноалмаз

2.1 Графен

Понятия графита, графена, оксида графена, строение и особые свойства графена. Химическое модифицирование графена. «Графеновая» электроника. Многослойный эпитаксиальный графен (MEG). Структура, электрические свойства, механические свойства, возможности применения в электронике

2.2 Наноалмаз.

Понятия наноалмаза, строение и особые свойства наноалмаза. Технология получения детонационных наноалмазов. Очистка наноалмазов от примесей. Методы контроля степени чистоты детонационных наноалмазов (ДНА). Получение наноалмазных суспензий. Структура ДНА. Практическое использование ДНА.

2.3 Композиты, содержащие углеродные материалы

Материалы и композиты на основе углеродных нанотрубок. Полимеры и композитные материалы на основе других углеродных наноструктур.

2.4 Неуглеродные нанотрубки.

Понятие неуглеродных нанотрубок. Функциональные свойства и практическое использование различных неуглеродных нанотрубок.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| Компетенции | 1 | 2 |
|---|----------|----------|
| Знать: | | |
| – модификации углерода; | + | + |
| – структуру и свойства углеродных наноматериалов; | + | + |
| – возможности их использования углеродных наноматериалов; | + | + |
| Уметь: | | |
| – использовать различные источники информации для получения сведений о новейших исследованиях в области углеродных наноматериалов; | + | + |
| -критически анализировать научные публикации; | + | + |
| Владеть: | | |
| – навыками подготовки аналитических обзоров современной научной литературы в области углеродных наноматериалов в устной и письменной форме. | - | + |
| Код и наименование ПК | | |

| Компетенции | 1 | 2 |
|---|---|---|
| - ПК-2 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания | + | + |
| - ПК-5 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований наноматериалов и процессов их получения, обработки и модификации | + | + |

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме 16 акад. часов (0,45 зач. ед.).

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий | Часы |
|-------|----------------------|--|------|
| 1 | 1.2 | Одностенные и многостенные углеродные нанотрубки. | 4 |
| 2 | 1.2 | Свойства углеродных нанотрубок | 2 |
| 3 | 1.3 | Синтез, модифицирование, использование фуллеренов. | 2 |
| 4 | 2.1 | Строение и особые свойства графена | 2 |
| 5 | 2.2 | Строение и особые свойства наноалмаза | 2 |
| 6 | 2.4 | Функциональные свойства и практическое использование различных неуглеродных нанотрубок | 4 |

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «*Физикохимия и технология углеродных наноматериалов*» не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «*Физикохимия и технология углеродных наноматериалов*» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в объеме 60 акад. часов (1,67 зач. ед.).

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по материалу курса;

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике курса;
- написание реферата по выбранным темам (по выбору);
- подготовку к сдаче зачета по курсу.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

На практических занятиях предусмотрено 2 обязательных доклада. Максимальная оценка за один доклад составляет 20 баллов, всего за доклады предусмотрено 40 баллов.

Изучение дисциплины заканчивается подготовкой и защитой рефератов.

Подготовка и защита реферата

Подготовка и защита реферата включает в себя поиск и детальный анализ одного источника научной информации (научной статьи или патента) по изучению свойств углеродных наноматериалов и их применению. Анализируется актуальность работы, описанной в статье или патенте, перспективность направления, достоинства, недостатки, практическая значимость и возможность внедрения. Максимальная оценка за реферат – 20 баллов. Объем реферата составляет 2-3 страницы.

План реферата по научной статье или патенту.

1. Актуальность
2. Что сделано
3. Достоинства (новые подходы, оригинальные методы, интересные результаты)
4. Недостатки
5. Практическая значимость и возможность внедрения
6. Оценка

Для защиты реферата нужно: предоставить оригинал статьи или патента (распечатанный), текст реферата в соответствии с планом, сделать доклад и ответить на вопросы.

Примерные темы докладов

Раздел 1. Классификация углеродных наноструктур. Нанотрубки и фуллерены

1. Одностенные углеродные нанотрубки . Строение и методы получения.
2. Многостенные углеродные нанотрубки . Строение и методы получения.
3. Природа химической связи в нанотрубках и основные отличия одностенных и многостенных УНТ.
4. Фуллерен. Строение и получение фуллеренов.
5. Перспективы химического модифицирования фуллеренов
6. Практическое использование фуллеренов.

Раздел 2. Композиты на основе углеродных наноматериалов. Неуглеродные нанотрубки. Графен. Наноалмаз

1. Графен. Понятия графита, графена, оксида графена, строение и особые свойства графена.
2. Химическое модифицирование и практическое использование графена.
3. Наноалмаз. Понятия наноалмаза, строение и особые свойства наноалмаза.
4. Получение и практическое использование наноалмаза.
5. Модуль Юнга и закон Холла - Петча. Механические свойства наносистем. Применение макроскопических (обычных) законов механики к наносистемам.

6. Неуглеродные нанотрубки. Понятие неуглеродных нанотрубок.
7. Функциональные свойства и практическое использование различных неуглеродных нанотрубок.
8. Нановискеры (нитевидные нанокристаллы, ННК). Разновидности нановискеров. Получение нанокристаллов.
9. Гетероструктуры на основе нанокристаллов. Нановискеры феллерена. Потенциальное применение нановискеров.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Контрольные работы пишутся в форме развернутого ответа на вопросы.

Максимальная оценка контрольных работ составляет 40 баллов.

Раздел 1. Пример вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Классификация углеродных наноструктур. Гибридизация атомных орбиталей и многообразие аллотропных модификаций и химических соединений углерода.
2. Получение фуллеренов. Метод В. Кретчмера. Получение фуллеренов из жидкокристаллической мезофазы. Метод распыления графита. Методы очистки и детектирования фуллеренов.

Раздел 2. Пример вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Дефекты в графене. Искажения графенового листа. Структура, электрофизические свойства, механические свойства.
2. Очистка наноалмазов от примесей. Методы контроля степени чистоты детонационных наноалмазов (ДНА). Получение наноалмазных суспензий. Структура ДНА. Практическое использование.

Предлагаются следующие возможные темы рефератов на практических занятиях.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет) Примеры вопросов к итоговой контрольной работе. Максимальная оценка 20 баллов. Контрольная работа в виде 2 вопросов, по 10 баллов за вопрос.

1. Графен. Понятия графита, графена, оксида графена, строение и особые свойства графена. Зонная структура графена.
2. Дефекты в графене. Искажения графенового листа. Структура, электрофизические свойства, механические свойства.
3. Химические свойства графена. Модифицирование графена.
4. Применение графена и его производных. Проводимость графена. «Графеновая» электроника. Многослойный эпитаксиальный графен (MEG).
5. Методы получения графена и его аналогов. Метод Новоселова. Получение

графена из нанотрубок, окисленного графита. Графитизация поверхности металлов. Осаждение графитизированных слоев при термораспаде углеродсодержащих газов на поверхности металлических образцов.

6. Методы характеристики графена: КР – спектроскопия, сканирующая туннельная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, динамическое рассеяние света.

7. Понятия наноалмаза, строение и особые свойства наноалмаза. Технология получения детонационных наноалмазов.

8. Очистка наноалмазов от примесей. Методы контроля степени чистоты детонационных наноалмазов (ДНА). Получение наноалмазных суспензий. Структура ДНА. Практическое использование.

9. Неуглеродные нанотрубки. Классификация неуглеродных нанотрубок. Функциональные свойства и практическое использование неуглеродных нанотрубок.

10. Нановискеры (нитевидные нанокристаллы, ННК). Разновидности нановискеров. Получение ННК. Гетероструктуры на основе ННК. Нановискеры феллерена.

10. Углеродные нанотрубки. Понятие одностенных углеродных нанотрубок, информация об их строении и методах получения. Обсуждение природы химической связи в нанотрубках и основных отличий одностенных и многостенных УНТ.

11. Углеродные нанотрубки. Понятие многостенных углеродных нанотрубок, информация об их строении и методах получения.

12. Фуллерен. Понятие фуллерена, строение и получение фуллеренов. Обсуждение перспектив химического модифицирования и практического использования фуллеренов.

13. Графен. Понятия графита, графена, оксида графена, строение и особые свойства графена. Химическое модифицирование и практическое использование графена.

14. Наноалмаз. Понятия наноалмаза, строение и особые свойства наноалмаза. Получение и практическое использование наноалмаза.

15. Модуль Юнга и закон Холла - Петча. Механические свойства наносистем. Применение макроскопических (обычных) законов механики к наносистемам.

16. Неуглеродные нанотрубки. Понятие неуглеродных нанотрубок. Обсуждение функциональных свойств и практического использования различных неуглеродных нанотрубок.

17. Нановискеры (нитевидные нанокристаллы, ННК). Разновидности нановискеров. Получение ННК. Гетероструктуры на основе ННК. Нановискеры феллерена. Потенциальное применение нановискеров.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева – 2010, т.1 - 124 с., т.2 – 148 с.

Б. Дополнительная литература

1. Раков Э.Г. Нанотрубки и фуллерены: Учебн.пособие. –М.: Университетская книга, Логос, 2006.-376 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
2. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578

3. Международный научно-исследовательский журнал «Материалы будущего», ISSN 2227-6017
4. Journal «Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures», ISSN 1536-4046
5. Journal «Nanomaterials», ISSN 1687-4110
6. Научная электронная библиотека www.sciencedirect.com.
7. База данных Роспатента www.fips.ru
8. Патентная база данных <http://ep.espacenet.com>
9. База данных научных статей <http://elibrary.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данного курса подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 20);
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 20).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7/> (дата обращения: 22.05.2019).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5/> (дата обращения: 22.05.2019).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 22.05.2019).

Для освоения дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 22.05.2019).

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 22.05.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 22.05.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Учебный курс «*Физикохимия и технология углеродных наноматериалов*» включает 2 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение учебного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе.

При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого модуля заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка контрольных работ составляет по 20 баллов каждая.

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ и реферативно-аналитических работ. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 100 баллов.

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине «*Физикохимия и технология углеродных наноматериалов*», является выработка у обучающихся понимания необходимости знания предмета для их дальнейшей работы в области исследования, создания и производства углеродных наноматериалов различного назначения.

С целью более эффективного усвоения обучающимися материала данной дисциплины при проведении практических занятий рекомендуется использовать мультимедийные презентации, графики и таблицы, иллюстрирующие материал, демонстрационные фильмы. Для более глубокого изучения предмета в рамках самостоятельной работы преподаватель может рекомендовать обучающимся ознакомление с публикациями в периодических журналах и Интернет-ресурсах.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка учебно-методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 22.05.2019 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

| № | Электронный ресурс | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором |
|----|--|--|---|
| 1 | ЭБС «Лань» | <p>Принадлежность - сторонняя</p> <p>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г.</p> <p>Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наук. |
| 2. | Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис») | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.</p> | Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП. |
| 3 | Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России». | <p>Принадлежность сторонняя.</p> <p>Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 111-142ЭА/2018 от 18.12.2018 г. Сумма договора – 547 511 руб. С «01» января.2019 г. по «31» декабря 2019 г.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с</p> | Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД |

| | | | |
|---|--|--|---|
| | | компьютеров ИБЦ. | |
| 4 | ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». | Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. | Электронные версии периодических и неперидических изданий по различным отраслям науки |
| 5 | Справочно-правовая система «Гарант» | Принадлежность сторонняя Договор №145-188ЭА/2018 г. от 28.01.2019 г. С «28» января 2019 г. по «27» января 2020 г. Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Сумма договора - 512000-00 Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам. | Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации. |
| 6 | Издательство Wiley | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. | Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др. |
| 7 | QUESTEL ORBIT | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Questel/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.questel.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. | ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов. |
| 8 | ProQuest Dissertation and Theses Global | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ProQuest/130 от 09.10.2019 г. | База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 3,5 млн. зарубежных диссертаций, более 1,7 млн. из которых |

| | | | |
|----|---|--|--|
| | | С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. | представлены в полном тексте. |
| 9 | American Chemical Society | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ACS/130 от 25.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. | Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society |
| 10 | American Institute of Physics (AIP) | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № AIP/130 от 24.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://scitation.aip.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. | Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP) |
| 11 | База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен. | Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных. |
| 12 | Scopus | Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) | Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства |

| | | | |
|----|--|--|--|
| | | <p>Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г.</p> <p>Ссылка на сайт – http://www.scopus.com.</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | ELSEVIER |
| 13 | Ресурсы международной компании Clarivate Analytics | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г.</p> <p>Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved=</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине. |
| 14 | Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество) | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г.</p> <p>Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/</p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии. |
| 15 | Электронные ресурсы издательства SpringerNature | <p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ) Информационное письмо РФФИ № 809 от 24.06.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г.</p> <p>Ссылка на сайт http://link.springer.com/</p> <p>Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний. - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) - Полный доступ к статическим и динамическим |

| | | | |
|----|---|---|---|
| | | | <p>справочным изданиям по любой теме</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH - Nano Database |
| 16 | База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p> | <p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p> |
| 17 | Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect | <p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.</p> | <p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.</p> |

| | | | |
|----|-------------|--|---|
| 18 | ЭБС «ЮРАЙТ» | Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «»10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера. | Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОС. |
|----|-------------|--|---|

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Физикохимия и технология углеродных наноматериалов*» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к практическим занятиям.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

| № п.п. | Наименование программного продукта | Реквизиты договора поставки | Количество лицензий | Срок окончания действия лицензии |
|--------|--|--|--|--|
| 1. | Calculate Linux Desktop | Свободно распространяемое ПО | Не ограничено | Бессрочно |
| 2. | LibreOffice | Свободно распространяемое ПО | Не ограничено | Бессрочно |
| 3. | ABBYY FineReader | Свободно распространяемое ПО | Не ограничено | Бессрочно |
| 4. | 7-Zip | Свободно распространяемое ПО | Не ограничено | Бессрочно |
| 5. | Google Chrome | Свободно распространяемое ПО | Не ограничено | Бессрочно |
| 6. | VLC Media Player | Свободно распространяемое ПО | Не ограничено | Бессрочно |
| 7. | Discord | Свободно распространяемое ПО | Не ограничено | Бессрочно |
| 8. | Autodesk AutoCAD | Свободно распространяемое ПО | Не ограничено | Бессрочно |
| 9. | IntelliJIDEA | Свободно распространяемое ПО | Не ограничено | Бессрочно |
| 10. | FreeCAD | Свободно распространяемое ПО | Не ограничено | Бессрочно |
| 11. | SMath Studio | Свободно распространяемое ПО | Не ограничено | Бессрочно |
| 12. | Corel Academic Site Standard | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Лицензия для активации на рабочих станциях, покрывает все рабочие места в университете | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 13. | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 500 лицензий | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 14. | GIMP | Свободно распространяемое ПО | Не ограничено | Бессрочно |
| 15. | OBS (Open Broadcaster Software) Studio | Свободно распространяемое ПО | Не ограничено | Бессрочно |

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

| Наименование разделов | Основные показатели оценки | Формы и методы контроля и оценки |
|-----------------------|--|--|
| Раздел 1 | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - модификации углерода, структуру и свойства углеродных наноматериалов; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать различные источники информации для получения сведений о новейших исследованиях в области углеродных наноматериалов; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками подготовки аналитических обзоров современной научной литературы в области углеродных наноматериалов в устной форме. | <p>Оценка за контрольную работу № 1.</p> <p>Оценка за реферативно-аналитическую работу №1.</p> |
| Раздел 2 | <p>Знает: возможности использования углеродных наноматериалов;</p> <p>Умеет: критически анализировать научные публикации;</p> <p>Владеет: навыками подготовки аналитических обзоров современной научной литературы в области углеродных наноматериалов в письменной форме.</p> | <p>Оценка за контрольную работу № 2.</p> <p>Оценка за реферативно-аналитическую работу №2.</p> |

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).