



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

(подпись)

Тананаев И.Г.  
(Ф.И.О.)



ТВЕРЖДАЮ

Директор департамента ядерных технологий

(подпись)

Тананаев И.Г.  
(Ф.И.О.)

19 декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технологии получения нанотрубок из различных материалов

Направление подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Перспективные материалы и технологии материалов  
(совместно с НИЦ "Курчатовский институт" и ИХ ДВО РАН)

Форма подготовки очная

курс 1 семестр 2  
лекции 10 час.  
практические занятия 18 час.  
лабораторные работы 18 час.  
в том числе с использованием  
всего часов аудиторной нагрузки 00 час.  
самостоятельная работа 98 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 45 час.  
зачет 0 семестр  
экзамен 2 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 22.04.01 **Материаловедение и технологии материалов** утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 24 апреля 2018 г. № 306.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента ядерных технологий Института наукоемких технологий и передовых материалов  
протокол № 3 от « 19 » декабря 2022 г.

Директор Департамента ядерных технологий      Тананаев И.Г.

Составитель (ли):      к.х.н., доцент А.В. Ковехова, к.х.н., доцент Щитовская Е.В.

Владивосток  
2022

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## I. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: ознакомление студентов со структурой, свойствами наноструктур, полученных различными методами, их структурой, свойствами; способах формирования функциональных наноматериалов материалов.

Задачи:

- формирование базовых знаний в области химии и физики углеродных наноструктур как дисциплины, интегрирующей подготовку в различных областях физики твердого тела и смежных областях физики на примере максимального разнообразия наноструктур и материалов, обеспечиваемых уникальными возможностями углерода;
- обучение студентов принципам создания разнообразных углеродных наноструктур, их идентификации и основам практического применения;
- понимания возможности использования электрохимических методов и технологий, в том числе и нанотехнологии, в получении сверхчистых материалов функционального значения.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

| Тип задач                | Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  |
|--------------------------|---|---|
| научно-исследовательский | ПК-1 Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач | ПК-1.1 Использует знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач |
| научно-исследовательский | ПК -5 Способен определять соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам; прогнозировать и описать процесс достижения заданного уровня свойств в материале                                      | ПК-5.1 Прогнозирует и описывает процесс достижения заданного уровня свойств в материале   |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине) |
|--|--|
|  | Знает способы химической функционализации углеродных наноматериалов    |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)  |
|---|---|
| ПК-1.1 Использует знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач | Знает теоретические основных типы материалов, основы синтеза веществ для получения материалов и наноматериалов  |
|   | Умеет осуществлять поиск, анализировать, оценивать и применять полученные знания при изучении других дисциплин и в профессиональной деятельности                                |
|   | Владеет теоретическими знаниями о применении наноматериалов в изготовлении наноматериалов из различного сырья   |
| ПК-5.1 Оценивает соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам   | Знает основные способы получения (синтеза) основных наноструктурных материалов, физические свойства этих наноструктурных форм, их схожесть и отличия, преимущества и недостатки |
|   | Умеет применять теоретические знания о строении, пространственной организации, физико-химических свойствах основных наноструктурных материалов в научно-исследовательских целях |
|   | Владеет теоретическими знаниями о способах химической функционализации основных наноструктурных материалов  |

## II. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётных единиц (144 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

| Обозначение | Виды учебных занятий и работы обучающегося  |
|-------------|---|
| Лек         | Лекции  |
| Лаб         | Лабораторные работы   |
| Пр          | Практические работы   |
| СР          | Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения  |
| Контроль    | Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации |

### Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

| № | Наименование раздела дисциплины | Семестр | Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося |     |    |    |    |          | Формы промежуточной аттестации |
|---|---------------------------------|---------|---|-----|----|----|----|----------|--------------------------------|
|   |                                 |         | Лек   | Лаб | Пр | ОК | СР | Контроль |                                |
| 1 | Раздел 1. Углеродные            | 2       | 6   | 8   | 12 | -  | 53 | 45       |                                |

|   |  |   |    |    |    |   |    |    |         |
|---|--|---|----|----|----|---|----|----|---------|
|   | наноматериалы  |   |    |    |    |   |    |    |         |
| 2 | Раздел 2. Методы получения наноматериалов и наноструктур | 2 | 4  | 10 | 6  |   |    |    |         |
|   | Итого:   |   | 10 | 18 | 18 | - | 53 | 45 | экзамен |

### III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

#### Лекционные занятия (10 час.)

##### Раздел 1. Углеродные наноматериалы (6 час.)

##### Тема 1. Общие сведения об углеродных материалах (2 час.).

Классификация углеродных материалов. Физико-химические свойства: алмаз, графит, карбин. Промежуточные формы углерода: циркулены, фуллерены, углеродные нанотрубки, углерод луковичной структуры. Соотношение наноструктурных форм с известными макроформами углерода.

Активные угли. Сажи или технический углерод. Пироуглерод. Стеклоуглерод. Углеродные волокна. Филаментарный углерод. Углерод-углеродные композиционные материалы.

##### Тема 2. Композиты, содержащие углеродные материалы (2 час.).

Материалы и композиты на основе углеродных нанотрубок. Полимеры и композитные материалы на основе углеродных наноструктур. Сорбционные процессы. Углеродные материалы как катализаторы. Углеродные материалы как носители активного компонента катализаторов.

##### Тема 3. Углеродные нанотрубки: синтез, классификация и физические свойства (2 час.).

История синтеза углеродных нанотрубок. Классификация нанотрубок: одностенные и многостенные. Классификация одностенных нанотрубок по хиральности. Физические свойства нанотрубок. Химическая функционализация нанотрубок. Основные подходы к введению нанотрубок в жидкую фазу – приготовление стабильных суспензий. Применение нанотрубок в промышленности. Продолное раскрытие нанотрубок и получение графеновых нанолент.

##### Раздел 2. Методы получения наноматериалов и наноструктур (4 час.)

##### Тема 4. Формирование наноструктур на металлической подложке (2 час.)

Возможность формирования наноструктур на титане и алюминии. Условия и технологии формирования наноструктур на титане и алюминии.

##### Тема 5. Включение наночастиц в полимер (2 час.)

Преимущества процесса электрополимеризации. Возможность контроля скорости инициирования путем изменения плотности тока, молекулярно-вещного распределения, состава и строения полимерных продуктов, высокая эффективность и избирательность электрохимических реакций.

## **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Лабораторные работы (18 час.)**

**Лабораторная работа 1.** Получение углеродных материалов (4 час.)

**Лабораторная работа 2.** Исследование углеродных материалов: определение массовой доли водорастворимых веществ, определение значения рН водной вытяжки (4 час.)

**Лабораторная работа 3.** Формирование наноструктур на титане методом анодного окисления из неводных растворов (4 час.)

**Лабораторная работа 4.** Формирование нанотрубок на титане методом анодного окисления из водных растворов. (6 час.)

### **Практические занятия (18 час.)**

**Занятие 1.** Аллотропные модификации чистого углерода и химических соединений углерода. Смешанные и промежуточные аллотропные модификации углерода (4 час.).

**Занятие 2.** Структурные, электронные, механические свойства углеродных нанотрубок (2 час.).

*Интерактивная форма: работа в малых группах*

**Занятие 3.** Полимеры и композитные материалы на основе углеродных наноструктур (2 час.).

*Интерактивная форма: работа в малых группах*

**Занятие 4.** Структурные, упругие свойства графена, его применение в электронике. Наноалмаз, углеродные волокна (2 час.).

*Интерактивная форма: работа в малых группах*

**Занятие 5.** Понятие о фуллеренах. Теорема Эйлера и структура молекул фуллеренов и углеродных нанокластеров, Синтез, модифицирование, практическое использование фуллеренов (2 час.).

**Занятие 6.** Углеродные волокна. Структура, свойства, возможности применения в электронике (2 час.).

**Занятие 7.** Электрохимический синтез наноструктурированных покрытий (2 час.).

**Занятие 8.** Электрополимеризация для формирования наноструктурных композитных покрытий (2 час.).

### **Задания для самостоятельной работы**

*Требования:* перед каждой лабораторной работой обучающемуся необходимо изучить Методические указания по выполнению лабораторных работ.

## **Самостоятельная работа №1. Исследование физико-химических характеристик углеродных материалов.**

*Требования:*

1. Знать методы исследования физико-химических характеристик углеродных материалов.
2. Изучить зависимость свойств материалов от способа получения.

## **Самостоятельная работа № 2. Исследование свойств наноматериалов.**

*Требования.*

1. Знать методы формирования наноструктурированных покрытий.

## **V. СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

| <b>№ п/п</b> | <b>Дата/сроки выполнения</b> | <b>Вид самостоятельной работы</b>                       | <b>Примерные нормы времени на выполнение</b> | <b>Форма контроля</b>                  |
|--------------|------------------------------|---|--|--|
| 1            | В течение семестра           | Подготовка к лабораторным занятиям, изучение литературы | 8 часов                                      | Работа на лабораторных занятиях (ПР-6) |
| 2            | 1-3 неделя семестра          | Выполнение самостоятельной работы № 1                   | 6 часов                                      | УО-1 (собеседование/устный опрос)      |
| 3            | 4-6 неделя семестра          | Выполнение самостоятельной работы № 2                   | 6 часов                                      | УО-1 (собеседование/устный опрос)      |
| 4            | В течение семестра           | Подготовка к практическим занятиям, изучение литературы | 60 часов                                     | УО-1 (собеседование/устный опрос)      |
| 7            | 16-18 неделя семестра        | Подготовка к экзамену                                   | 54 часа                                      | экзамен                                |
| Итого:       |                              |   | 134 часа                                     |  |

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

### *Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.*

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратите внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

#### *Работа с литературой.*

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при написании эссе рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применя-



ется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

### **Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.**

*Самостоятельная работа №1.* От обучающегося требуется:

1. Знать методы исследования физико-химических характеристик углеродных материалов.
2. Изучить зависимость свойств материалов от способа получения.

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам

оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности по названию периода, его времени и длительности.

## VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

| № п/п | Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины                           | Код индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения | Оценочные средства – наименование                              |                          |
|-------|--|---|---------------------|--|--------------------------|
|       |  |   |                     | текущий контроль   | промежуточная аттестация |
| 1     | Раздел 1. Углеродные наноматериалы   | ПК-1.1 Использует знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач | Знает               | УО-1 собеседование / устный опрос                              | вопросы к экзамену       |
|       |  |   | Умеет               | УО-1 собеседование / устный опрос;<br>ПР-6 лабораторная работа |                          |
|       |  |   | Владеет             | УО-1 собеседование / устный опрос;<br>ПР-6 лабораторная работа |                          |
|       | Раздел 2. Электрохимические методы получения наноматериалов и наноструктур | ПК-5.1 Оценивает соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам   | Знает               | УО-1 собеседование / устный опрос                              | вопросы к экзамену       |
|       |  |   | Умеет               | УО-1 собеседование / устный опрос;<br>ПР-6 лабораторная работа |                          |
|       |  |   | Владеет             | ПР-6 лабораторная работа;                                      |                          |

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе X.

## VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Глуценко, А. Г. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие

/ А. Г. Глущенко, Е. П. Глущенко. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 269 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75388.html>

2. Столяров, Р. А. Наноуглеродные функциональные материалы и покрытия : учебное пособие / Р. А. Столяров, И. В. Буракова, А. Е. Бураков. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 96 с. — ISBN 978-5-8265-1968-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94354.html>

3. Ремпель, А. А. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие / А. А. Ремпель, А. А. Валеева. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 136 с. — ISBN 978-5-7996-1401-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/68346.html>

### Дополнительная литература

1. Углеродные наноструктурированные материалы на основе растительного сырья [Электронный ресурс] / А.К. Абишева [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2010. — 302 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58486.html>

2. Раков, Э. Г. Неорганические наноматериалы: Учебное пособие / Раков Э.Г., - 2-е изд., (эл.) - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. - 480 с.: ISBN 978-5-9963-2927-4. — Текст : электронный. — URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/485757>

3. Витязь, П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Витязь П.А., Свидунович Н.А. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Высшая школа, 2010. — 302 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20108.html>.

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- 1 <http://e.lanbook.com/>
- 2 <http://www.studentlibrary.ru/>
- 3 <http://znaniium.com/>

### Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При изучении дисциплины «Технологии получения нанотрубок из различных материалов» студентам рекомендуется использовать патентные базы данных открытого доступа Espacenet, Patentscope и ФИПС.

## Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания включают:

- рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины;
- описание последовательности действий студента, или алгоритм изучения дисциплины;
- рекомендации по работе с литературой;
- рекомендации по подготовке к экзамену.

**Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины.** Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра.

При изучении дисциплины «Технологии получения нанотрубок из различных материалов» студентам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Приступая к изучению данной дисциплины, необходимо знать основные положения курсов «Физическая химия», «Физика», «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология» «Проектирование химических производств и оборудования».

2. Изучение курса должно вестись систематически и сопровождаться составлением подробного конспекта лекций и конспекта материалов для самостоятельной проработки. Необходимо просмотреть конспект сразу после занятий, отметить материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендованную литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулировать вопросы и обратиться к преподавателю за консультацией. Необходимо регулярно отводить время для повторения материала, проверять свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

3. После изучения модуля рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины модуля, ответить на контрольные вопросы, указанные в методических указаниях для самостоятельной работы студентов. Такой метод дает возможность самостоятельно проверить готовность к тестированию.

4. Особое внимание следует уделить выполнению практических работ. Практические работы имеют огромное значение для формирования практических навыков по дисциплине. Проведению практических и лабораторных работ должна предшествовать проверка теоретической подготовленности обучающихся. Оценивание практических работ проводится дифференцированно

(по пятибалльной системе) и при определении оценок за семестр рассматривается как один из основных показателей текущего учета знаний.

5. Следует иметь в виду, что все темы дисциплины «Углеродные материалы» являются в равной мере важными и часто взаимосвязаны. Поэтому нельзя приступать к изучению последующих тем, не усвоив предыдущих.

6. Для изучения дисциплины «Технологии получения нанотрубок из различных материалов» необходимо использовать различные источники: учебники, учебные и учебно-методические пособия, справочную литературу, раскрывающую категориально понятийный аппарат дисциплины. При самостоятельной работе с учебниками и учебными пособиями рекомендуется придерживаться определенной последовательности. Читая и конспектируя тот или иной раздел учебника, необходимо твердо усвоить основные определения, понятия и классификации. Формулировки определений и основные классификации надо знать на память. После усвоения соответствующих понятий и закономерностей следует найти примеры их практического применения.

Процесс изучения дисциплины включает в себя:

1. Работу под руководством преподавателя (лекции, практические работы, лабораторные работы консультации преподавателя).

Лекции нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает.

Практические работы направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения практических задач. Практические работы предоставляют студенту возможность творчески раскрыться, проявить инициативу. Распределение баллов за текущую работу проводится в соответствии с рейтинг-планом.

2. Самостоятельная работа студента. К самостоятельной работе студентов в ходе изучения дисциплины «Углеродные материалы» относят: подготовка к практическим работам; подготовка отчетов по практическим работам; подготовка к экзамену. Распределение времени на выполнение различных видов самостоятельной работы приведено в Приложении 1.

Основной формой подготовки студентов к практическим занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой по следующей схеме: повторение лекционного материала, углубленное изучение рекомендуемых источников. Затем необходимо ответить на вопросы, указанные в методических указаниях. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю.

3. Текущий контроль и промежуточная аттестация. Текущий контроль осуществляется в виде собеседования и выполнения отчетов по практическим и лабораторным работам и позволяет оценить степень освоения студентами отдельных тем дисциплины. Промежуточная аттестация проводится в виде теста.

Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен) осуществляется в

следующем порядке: повторение лекционного материала и конспектов; консультация с преподавателем по вопросам, в которых студент не смог разобраться самостоятельно.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

**Подготовка к экзамену.** К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (лабораторные, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

## IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться в следующих помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением, расположенных по адресу 690022, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10:

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы <sup>1</sup>  | Оснащенность специальных помещений и помещений для проведения учебных занятий, для самостоятельной работы   | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа  |
|---|---|---|
| Учебные аудитории для проведения учебных занятий:   |   |   |
| 690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, L607, L608, L561a, L566 | Лекционная аудитория оборудована маркерной доской,<br>Мультимедийное оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA - 1 шт.<br>Парты и стулья  |   |
| 690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 656              | Электрохимическое оборудование:<br>1) Электрохимический комплекс нанесения покрытий на материалы ЭХК-02024 (Россия) – 1 шт.<br>2) Потенциостат-гальваностат PGU200V-500 mA (Германия) – 1 шт.<br>3) Потенциостат-гальваностат PGU1000V-1A-E (Германия) – 1 шт.<br>4) Высокочастотная система электрохимического анализа и обработки поверхности материалов Solartron 12608W (Великобритания) – 1 шт.<br>5) Комплекс для исследований и электрохимических процессов в материалах AUTOLAB 302N (Великобритания) – 1 шт. | Программное обеспечение для работы на электрохимическом оборудовании:<br>1. «Nova 1.5» для работы на потенциостате-гальваностате AUTOLAB/PGSTAT 302N<br>2. «Zplot» для работы на потенциостате-гальваностате «Solartron» 12608W |

<sup>1</sup> В соответствии с п.4.3. ФГОС

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | 6) Агрегат теристорный ТП4-500/460ОН-2-УХЛ4 – 1 шт.<br>4. Мультимедийное оборудование (LCD-проектор, ноутбук, компьютеры).<br>5. Потенциостат Р-45Х С модулем измерения электрохимического импеданса FRA-24М – 1 шт.<br>6. Источник питания программируемый «Keithley» 2200-60-2 – 1 шт.<br>7. Жидкостный термостат «Термекс» - 1 шт.   |   |
| Помещения для самостоятельной работы:                |   |   |
| А1042 аудитория для самостоятельной работы студентов | Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Мемо цифровой; Устройство портативное для чтения плоскочечатных текстов PEarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA; Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Toraz 24" XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Мемо цифровой. | Microsoft Windows 7 Pro<br>MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № А238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018); - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ppt.; - лицензия па право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия па право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center. |

Лекции проводятся с использованием мультимедийной аппаратуры для демонстрации иллюстративного материала. Лабораторные занятия проводятся в специализированной лаборатории, которая укомплектована необходимым набором оборудования.

## 10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств представлены в приложении.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

(ДФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине «Технологии получения нанотрубок из различных  
материалов»

Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии  
материалов

Перспективные материалы и технологии материалов  
(совместно с НИЦ "Курчатовский институт" и ИХ ДВО РАН)

Форма подготовки очная

Владивосток

2022



| № п/п | Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины                           | Код индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения | Оценочные средства – наименование                              |                          |
|-------|--|---|---------------------|--|--------------------------|
|       |  |   |                     | текущий контроль   | промежуточная аттестация |
| 1     | Раздел 1. Углеродные наноматериалы   | ПК-1.1 Использует знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач | Знает               | УО-1 собеседование / устный опрос                              | вопросы к экзамену       |
|       |  |   | Умеет               | УО-1 собеседование / устный опрос;<br>ПР-6 лабораторная работа |                          |
|       |  |   | Владеет             | УО-1 собеседование / устный опрос;<br>ПР-6 лабораторная работа |                          |
|       | Раздел 2. Электрохимические методы получения наноматериалов и наноструктур | ПК-5.1 Оценивает соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам   | Знает               | УО-1 собеседование / устный опрос                              | вопросы к экзамену       |
|       |  |   | Умеет               | УО-1 собеседование / устный опрос;<br>ПР-6 лабораторная работа |                          |
|       |  |   | Владеет             | ПР-6 лабораторная работа                                       |                          |

Для дисциплины «Технологии получения нанотрубок из различных материалов» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)

Письменные работы:

1. Лабораторная работа (ПР-6)

### **Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

### **Письменные работы**

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Лабораторная работа (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Углеродные материалы» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (2-й, весенний семестр). Экзамен по дисциплине проводится по вопросам

### **Методические указания по сдаче экзамена**

Экзамен принимается ведущим преподавателем.

Форма проведения зачета (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамене, должно составлять не более 60 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов дать ответ.

### Вопросы к экзамену

1. Назовите основные наноструктуры углерода; в чем их принципиальное отличие?
2. Отличия Рамановского спектра графита и графена.
3. Изменения Рамановского спектра графена в зависимости от плотности дефектов.
4. Основные способы синтеза углеродных нанотрубок.
5. Основные способы получения графена.
6. Способы определения хиральности нанотрубок.
7. Принципиальное отличие структуры нанотрубок с металлическими и полупроводниковыми проводящими свойствами.
8. Основные сходства и отличия между оксидом графена и графитом.
9. Определение диаметра нанотрубок посредством Рамановской спектроскопии.
10. Перечислите основные функциональные группы в структуре оксида графена.
11. Назовите основные типы интеркаляционных соединений графита.
12. Назовите основные подходы для приготовления устойчивых суспензий углеродных нанотрубок в водных и неводных средах.
13. Расскажите об использовании углеродного волокна в композитных материалах.
14. Расскажите об использовании Рамановской спектроскопии для определения количества слоев графена в многослойном графене.
15. Гибридизация атомных орбиталей.
16. Аллотропные модификации и химические соединения углерода.
17. Алмаз и алканы.
18. Графит, графен, арены, алкены, карбин, алкины.
19. Смешанные и промежуточные аллотропные модификации углерода.
20. Структура нанотрубок.
21. Одностенные нанотрубки.
22. Многостенные нанотрубки.

23. Хиральность нанотрубок.
24. Электронные свойства нанотрубок.
25. Электронные свойства графитовой плоскости.
26. Механические свойства углеродных нанотрубок.
27. Нанотехнологические применения углеродных нанотрубок.
28. Токсичность нанотрубок.
29. Структура, упругие свойства графена.
30. «Графеновая» электроника.
31. Многослойный эпитаксиальный графен (MEG).
32. Наноалмаз, углеродные волокна. Структура, свойства, возможности применения в электронике.
33. Полимеры и композитные материалы на основе углеродных наноструктур.
34. История открытия фуллеренов.
35. Понятие о фуллеренах.
36. Теорема Эйлера и структура молекул фуллеренов и углеродных нанокластеров.
37. Синтез, модифицирование, практическое использование фуллеренов.  
Метод формирования наноструктурированного покрытия на титане.
38. Влияние различных факторов на процесс анодного окисления титана.
39. Метод формирования наноструктур на алюминии.
40. Влияние различных факторов на процесс анодирования алюминия.  
Электрохимическая полимеризация мономеров. Преимущества процесса электрополимеризации.

### **Критерии выставления оценки студенту на экзамене**

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при

решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного «не материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

| Код и наименование индикатора компетенции   | Результаты обучения  | Шкала оценивания промежуточной аттестации   |  |  |  |
|---|--|---|--|--|--|
|   |  | Неудовлетворительно   | Удовлетворительно  | Хорошо   | Отлично  |
| ПК-1.1 Использует знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач | Знает способы химической функционализации углеродных наноматериалов  | Не знает способы химической функционализации углеродных наноматериалов  | Знает некоторые способы химической функционализации углеродных наноматериалов  | Знает основные способы химической функционализации углеродных наноматериалов   | Знает способы химической функционализации углеродных наноматериалов  |
|   | Умеет осуществлять поиск, анализировать, оценивать и применять полученные знания при изучении других дисциплин и в профессиональной деятельности | Не может осуществлять поиск, анализировать, оценивать и применять полученные знания при изучении других дисциплин и в профессиональной деятельности | Может осуществлять поиск, применять полученные знания при изучении других дисциплин и в профессиональной деятельности                        | Может в целом осуществлять поиск, анализировать, оценивать и применять полученные знания при изучении других дисциплин и в профессиональной деятельности | Может пользоваться всеми функциями облачных сервисов, не испытывает трудности при самостоятельном изучении инструкций              |
|   | Владеет теоретическими знаниями о применении углеродных наноматериалов в изготовлении наноматериалов   | Не владеет теоретическими знаниями о применении углеродных наноматериалов в изготовлении наноматериалов   | Не в полной мере владеет теоретическими знаниями о применении углеродных наноматериалов в изготовлении наноматериалов                        | В достаточной мере владеет теоретическими знаниями о применении углеродных наноматериалов в изготовлении наноматериалов                                  | Уверенно владеет теоретическими знаниями о применении углеродных наноматериалов в изготовлении наноматериалов                      |
| ПК-5.1 Оценивает соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам   | Знает основные способы получения (синтеза) углеродных наноматериалов, физические свойства этих наноструктурных форм, их схожесть и отличия,      | Не знает способы получения (синтеза) углеродных наноматериалов, физические свойства этих наноструктурных форм, их схожесть и отличия,               | Знает некоторые способы получения (синтеза) углеродных наноматериалов, физические свойства этих наноструктурных форм, их схожесть и отличия, | Знает основные способы получения (синтеза) углеродных наноматериалов, физические свойства этих наноструктурных форм, их схожесть и отличия,              | Знает способы получения (синтеза) углеродных наноматериалов, физические свойства этих наноструктурных форм, их схожесть и отличия, |

| преимущества и недостатки  | личия, преимущества и недостатки  | чия, преимущества и недостатки   | чия, преимущества и недостатки   | личия, преимущества и недостатки   |
|--|---|--|--|--|
| Умеет применять теоретические знания о строении, пространственной организации, физико-химических свойствах основных наноструктурных материалов на основе углерода в научно-исследовательских целях | Не может применять теоретические знания о строении, пространственной организации, физико-химических свойствах основных наноструктурных материалов на основе углерода в научно-исследовательских целях | Может в целом применять теоретические знания о строении, пространственной организации, физико-химических свойствах основных наноструктурных материалов на основе углерода в научно-исследовательских целях | Может применять большинство теоретических знаний о строении, пространственной организации, физико-химических свойствах основных наноструктурных материалов на основе углерода в научно-исследовательских целях | Может применять все теоретические знания о строении, пространственной организации, физико-химических свойствах основных наноструктурных материалов на основе углерода в научно-исследовательских целях |
| Владеет теоретическими знаниями о способах химической функционализации углеродных наноматериалов   | Не владеет теоретическими знаниями о способах химической функционализации углеродных наноматериалов   | Не в полной мере владеет теоретическими знаниями о способах химической функционализации углеродных наноматериалов  | В достаточной мере владеет теоретическими знаниями о способах химической функционализации углеродных наноматериалов  | Уверенно владеет теоретическими знаниями о способах химической функционализации углеродных наноматериалов  |

### Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, лабораторных работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

### Вопросы для собеседования / устного опроса

1. Назовите основные наноструктуры углерода; в чем их принципиальное отличие?
2. Отличия Рамановского спектра графита и графена.
3. Изменения Рамановского спектра графена в зависимости от плотности дефектов.
4. Основные способы синтеза углеродных нанотрубок.
5. Основные способы получения графена.
6. Способы определения хиральности нанотрубок.
7. Принципиальное отличие структуры нанотрубок с металлическими и полупроводниковыми проводящими свойствами.
8. Основные сходства и отличия между оксидом графена и графитом.
9. Определение диаметра нанотрубок посредством Рамановской спектроскопии.
10. Назовите основные подходы для приготовления устойчивых суспензий углеродных нанотрубок в водных и неводных средах.
11. Расскажите об использовании углеродного волокна в композитных материалах.
12. Расскажите об использовании Рамановской спектроскопии для определения количества слоев графена в многослойном графене.
13. Смешанные и промежуточные аллотропные модификации углерода.
14. Структура нанотрубок.
15. Одностенные нанотрубки.
16. Многостенные нанотрубки.
17. Хиральность нанотрубок.
18. Электронные свойства нанотрубок.
19. Электронные свойства графитовой плоскости.
20. Механические свойства углеродных нанотрубок.
21. Нанотехнологические применения углеродных нанотрубок.
22. Токсичность нанотрубок.
23. Структура, упругие свойства графена.
24. «Графеновая» электроника.
25. Многослойный эпитаксиальный графен (MEG).
26. Полимеры и композитные материалы на основе наноструктур.
27. Метод формирования наноструктурированного покрытия на титане.
28. Влияние различных факторов на процесс анодного окисления титана.
29. Метод формирования наноструктур на алюминии.
30. Влияние различных факторов на процесс анодирования алюминия

### **Критерии оценки (устный ответ):**

Оценка «отлично» - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

Оценка «хорошо» - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

Оценка «удовлетворительно» - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

Оценка «неудовлетворительно» - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

### **Тематика лабораторных работ**

1. Получение различных углеродных материалов
2. Исследование углеродных материалов разными методами.
3. Электрохимический синтез наноструктурированных покрытий.
4. Электрополимеризация для формирования наноструктурных композитных покрытий.



### Критерии оценки лабораторных работ

| Оценка              | Требования   |
|---------------------|--|
| <i>«зачтено»</i>    | Студент выполняет лабораторную работу в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности проведения измерений, правильно самостоятельно определяет цель работы; самостоятельно, рационально выбирает необходимое оборудование для получения наиболее точных результатов проводимой работы. Грамотно и логично описывает ход работы, правильно формулирует выводы, точно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и т.п., умеет обобщать фактический материал. Допускается два/три недочёта или одна негрубая ошибка и один недочёт. Работа соответствует требованиям и выполнена в срок. |
| <i>«не зачтено»</i> | Студент выполнил работу не полностью, объём выполненной части не позволяет сделать правильные выводы; не определяет самостоятельно цель работы; в ходе работы допускает одну и более грубые ошибки, которые не может исправить, или неверно производит наблюдения, измерения, вычисления и т.п.; не умеет обобщать фактический материал. Лабораторная работа не выполнена.   |