



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
И.Ю. Мезин

17.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ФИЗИКА УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ***

Направление подготовки (специальность)  
03.04.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль/специализация) программы  
Компьютерное моделирование физических процессов и структур, методы преподавания  
физики

Уровень высшего образования - магистратура  
Программа подготовки - академическая магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 28.08.2015 г. № 913)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики  
06.02.2020, протокол № 5

Зав. кафедрой  М.Б. Аркулис

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
17.02.2020 г. протокол № 6

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры Физики, канд. техн. наук  А.В. Колдин

Рецензент:

зав. кафедрой ВТиП, д-р техн. наук  О.С. Логунова

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Физика углеродных наноструктур» является: изучение основных закономерностей формирования структуры и свойств углеродных материалов и углеродных наноструктур.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Физика углеродных наноматериалов входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

- Современные проблемы физики
- Специальный физический практикум
- Компьютерное моделирование наноструктур и их свойств
- Компьютерные технологии в науке и производстве
- Современные методы исследования конденсированных сред
- Теория твердого тела

Численное моделирование физических процессов в твердых телах

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

- Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы
- Дополнительные главы общей физики
- Научно-исследовательская работа

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физика углеродных наноматериалов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	
Знать	Схемы классификации углеродных материалов
Уметь	Определять тип кристаллических решеток
Владеть	Навыками расчета параметров элементарных ячеек кристаллических структур
ОПК-6 способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	
Знать	Основные методы численного расчета структуры и параметров углеродных наноструктур
Уметь	Рассчитывать параметры элементарных ячеек методами молекулярной механики
Владеть	Приемами расчета свойств углеродных наноструктур
ПК-1 способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	
Знать	Современные представления о структуре и свойствах основных аллотропных модификаций углерода

Уметь	Работать в программе Hyperchem или ее аналогов
Владеть	Навыками расчета основных свойств и структуры в программе Hyperchem или ее аналогов
ПК-2 способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	
Знать	основные приемы спектральных методов качественного и количественного анализа, физические и химические методы обнаружения ингредиентов в сложных системах
Уметь	работать с веществами, выполнять аналитическое исследование сред, используя на практике знания о спектрометрических исследованиях
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- техникой спектральных исследований, приемами работы с соответствующим оборудованием;</li> <li>- приемами изложения материалов на семинарах, практических занятиях, в лабораторном исследовании и отчете;</li> <li>- навыками выполнения самостоятельных заданий, например, при написании и защите рефератов</li> </ul>

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 67,9 акад. часов:
- аудиторная – 64 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 40,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Углеродные наноструктуры								
1.1 Общая характеристика наноматериалов и нанотехнологий	2	4			4	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение практических работ. Поиск дополнительной информации	Устный опрос. Выполнение практических работ.	ОК-1, ОПК-6, ПК-1, ПК-2
1.2 Фундаментальные явления в наноструктурах		4	2	2	4	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение практических работ. Поиск дополнительной информации	Устный опрос. Выполнение практических работ.	ОК-1, ОПК-6, ПК-1, ПК-2
1.3 Атом углерода и его валентные состояния.		4	2	2/1И	4	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение практических работ. Поиск дополнительной информации	Устный опрос. Выполнение практических работ.	ОК-1, ОПК-6, ПК-1, ПК-2
1.4 Характеристика углерод-углеродных связей. Диаграмма состояний углерода.		4	2	2/2И	4	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение практических работ. Поиск дополнительной информации	Устный опрос. Выполнение практических работ.	ОК-1, ОПК-6, ПК-1, ПК-2

1.5 Структура углерода: алмаз, графит, карбин.	4/2И	2	2/2И	5,4	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение практических работ. Поиск дополнительной информации	Устный опрос.Выполнение практических работ.	ОК-1, ОПК-6, ПК-1, ПК-2
1.6 Фуллерены. Нанотрубки.	4/1И	2	2/2И	5	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение практических работ. Поиск дополнительной информации	Устный опрос.Выполнение практических работ.	ОК-1, ОПК-6, ПК-1, ПК-2
1.7 Структура переходных форм конденсированного углерода	4/2И	2	2/2И	5	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение практических работ. Поиск дополнительной информации	Устный опрос.Выполнение практических работ	ОК-1, ОПК-6, ПК-1, ПК-2
1.8 Углеродные волокна	2/1И	2	2/2И	4	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение практических работ. Поиск дополнительной информации	Устный опрос.Выполнение практических работ	ОК-1, ОПК-6, ПК-1, ПК-2
1.9 Композитные материалы на основе углерода	2/1И	2	2/2И	5	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение практических работ. Поиск дополнительной информации	Устный опрос.Выполнение практических работ.	ОК-1, ОПК-6, ПК-1, ПК-2
Итого по разделу	32/7И	16	16/13И	40,4			
Итого за семестр	32/7И	16	16/13И	40,4		экзамен	
Итого по дисциплине	32/7 И	16	16/13И	40,4		экзамен	ОК-1,ОПК- 6,ПК-1,ПК-2

## **5 Образовательные технологии**

1. Традиционные образовательные технологии. Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий: информационная лекция.

2. Технологии проблемного обучения. Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения: проблемная лекция.

3. Интерактивные технологии. Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий: лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-пресс-конференция.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии. Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий: лекция-визуализация, практическое занятие в форме презентации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Дзидзигури, Э. Л. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии : учебное пособие / Э. Л. Дзидзигури, Е. Н. Сидорова. — Москва : МИСИС, 2012. — 71 с. — ISBN 978-5-87623-605-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47445> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Долوماتов, М. Ю. Физико-химия наночастиц : учебное пособие для вузов / М. Ю. Долوماتов, Р. З. Бахтизин, М. М. Доломатова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 285 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13077-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449293> (дата обращения: 24.09.2020).

### **б) Дополнительная литература:**

1. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : учебное пособие / А. И. Гусев. — 2-е изд., испр. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 416 с. — ISBN 978-5-9221-0582-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2173> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко ; под редакцией Е. И. Пряхина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-5373-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149303> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Структура и свойства наноструктурированных углеродистых конструкционных сталей : учебное пособие / [М. В. Чукин, Н. В. Копцева, Ю. Ю. Ефимова и др.] ; МГТУ, [каф. МиМТ]. - Магнитогорск, 2011. - 112 с. : ил, диагр., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=72.pdf&show=dcatalogues/1/10877/73/72.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.

### **в) Методические указания:**

Представлены в приложении 1

### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
Scilab Computation Engine	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: Персональный компьютер с пакетом MS Office, выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательной среде «Система дистанционного обучения МГТУ» Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Персональный компьютер с пакетом MS Office, выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательной среде «Система дистанционного обучения МГТУ»

Компьютерный класс

Персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет

Помещения для самостоятельной работы обучающихся: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и доступом в электронную образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Научно-образовательный центр по изучению наноструктурных углеродных материалов МГТУ «НАНО-МГТУ».

1. ИК-Фурье спектрофотометр.
2. УФ-спектрофотометр.
3. Приставки для исследования объектов методами пропускания, зеркального и диффузного отражения(см. методическое описание приставок к ИК-Фурье спектрофотометру)

## Приложение 1

### 6. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов Приложение 1

#### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

##### Примерный перечень тем докладов:

1. Строение атома углерода
2. Валентные состояния атома углерода
3. Углерод-углеродные связи. Кратность связей и межатомные расстояния
4. Дифракционные методы исследования структуры углеродных материалов
5. Молекулярно-механические методы исследования структуры углеродных материалов
6. Квантово-механические методы исследования структуры углеродных материалов
7. Полуэмпирические методы исследования структуры углеродных материалов
8. Классификация углеродных материалов
9. Алмаз ( $sp^3$ -гибридизация)
10. Графит ( $sp^2$ -гибридизация)
11. Карбин ( $sp$ -гибридизация)
12. Графен
13. История открытия и свойства фуллеренов
14. Структура и возможные формы фуллеренов
15. Структура многослойных фуллеренов
16. Открытие и свойства нанотрубок
17. Структура однослойных нанотрубок
18. Структура многослойных нанотрубок
19. ( $sp-sp^2$ )-гибридные фазы (графины)
20. ( $sp^2-sp^3$ )-гибридные структуры
21. ( $sp-sp^3$ )-гибридные структуры
22. Углеродные волокна из ПАН-волокна
23. Углеродные волокна из гидратцеллюлозы (ГТЦ)

24. Углеродные волокна из пеков
25. Кристаллическая структура углеродного волокна
26. Искусственный графит и интеркалированные соединения графита
27. Факторы, влияющие на графитацию углеродных материалов
28. Карбидная и рекристаллизационная модель механизма графитации
29. Графитация как устранение дефектов структуры кристаллов и как ряд последовательных фазовых переходов
30. Дефекты в реальных структурах графита

**Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:**

1. Строение атома углерода и морфология искусственных углеродных материалов. Диаграмма состояния углерода.
2. Ковалентная связь, гибридизация связей, кристаллические формы углерода. Дефекты кристаллической решетки в углеродных материалах.
3. Получение и применение углеродных материалов и композитов на основе углерода.
4. Методы исследования структуры углеродных материалов. Электронная микроскопия. Рентгеноструктурные методы исследования структуры углеродных материалов.
5. Анализ формы профилей дифракционных линий. Методы определения структурных характеристик по форме дифракционных максимумов. Метод моментов.
6. Методика определения размеров областей когерентного рассеяния и микродеформаций гармоническим анализом профиля рентгеновских дифракционных линий.
7. Методики разложения сложных перекрывающихся дифракционных максимумов на компоненты.
8. Моделирование структурного упорядочения в углеродных материалах.
9. Получение искусственного поликристаллического графита. Термообработка: карбонизация и графитация. Влияние примесей на графитацию.
10. Карбидная модель графитации. Модели Франклин и Майера-Меринга.
11. Получение углеродного волокна. Структурная модель Руланда.
12. Взаимосвязь структурных параметров углеродных материалов. Рекристаллизационная модель графитации.
13. Классификация углеродных фаз и наноструктур.
14. Синтез и структура карбиноидов, фуллеренов и нанотрубок.
15. Структура и свойства гибридных углеродных фаз (карбиноалмазные, графиновые, из полимеризованных фуллеренов и др.).
16. Физико-химические свойства углеродных материалов. Методы исследования физико-химических свойств. Взаимосвязь структуры и свойств в углеродных материалах.

17. Общие представления о композиционных материалах, типы композитов, их классификация. Синтез композитов с требуемыми свойствами.
18. Особенности структуры и свойств композитов. Связующее композитов: пеки, смолы, металлы. Армирующие наполнители композитов: углеродные волокна, неорганические соединения, металлы.
19. Синтез, структура и свойства углерод-углеродных композиционных материалов.
20. Синтез C-композиционных материалов. Влияние примесей на формирование структуры композитов.

В ходе выполнения самостоятельной работы по данному курсу, студенты должны научиться воспринимать сведения на слух, фиксировать информацию в виде записей в тетрадях, работать с письменными текстами, самостоятельно извлекая из них полезные сведения и оформляя их в виде тезисов, конспектов, систематизировать информацию в виде заполнения таблиц, составления схем. Важно научиться выделять главные мысли в лекции преподавателя либо в письменном тексте; анализировать явления; определять свою позицию к полученным на занятиях сведениям, четко формулировать ее; аргументировать свою точку зрения: высказывать оценочные суждения; осуществлять самоанализ. Необходимо учиться владеть устной и письменной речью; вести диалог; участвовать в дискуссии; раскрывать содержание изучаемой проблемы в монологической речи; выступать с сообщениями и докладами.

**Конспект лекции.** Смысл присутствия студента на лекции заключается во включении его в активный процесс слушания, понимания и осмысления материала, подготовленного преподавателем. Этому способствует конспективная запись полученной информации, с помощью которой в дальнейшем можно восстановить основное содержание прослушанной лекции.

Для успешного выполнения этой работы советуем:

- подготовить отдельные тетради для каждого предмета. Запись в них лучше вести на одной стороне листа, чтобы позднее на чистой странице записать дополнения, уточнения, замечания, а также собственные мысли. С помощью разноцветных ручек или фломастеров можно будет выделить заголовки, разделы, термины и т.д.

- не записывать подряд все, что говорит лектор. Старайтесь вначале выслушать и понять материал, а затем уже зафиксировать его, не упуская основных положений и выводов. Сохраняйте логику изложения. Обратите внимание на необходимость точной записи определений и понятий.

- оставить место на странице свободным, если не успели осмыслить и записать часть информации. По окончании занятия с помощью однокурсников, преподавателя или учебника вы сможете восстановить упущенное.

- уделять внимание грамотному оформлению записей. Научитесь графически ясно и удобно располагать текст: вычленять абзацы, подчеркивать главные мысли, ключевые слова, помещать выводы в рамки и т.д. Немаловажное значение имеет и четкая структура лекции, в которую входит план, логически выстроенная конструкция освещения каждого пункта плана с аргументами и доказательствами, разъяснениями и примерами, а также список литературы по теме.

- научиться писать разборчиво и быстро. Чтобы в дальнейшем не тратить время на расшифровку собственных записей, следите за аккуратностью почерка, не экономьте бумагу за счет уплотнения текста. Конспектируя, пользуйтесь общепринятыми сокращениями слов и условными знаками, если есть необходимость, то придумайте собственные сокращения.

- уметь быстро и четко переносить в тетрадь графические рисунки и таблицы. Для этих целей приготовьте прозрачную линейку, карандаш и резинку. Старайтесь как можно точнее скопировать изображение с доски. Если наглядный материал трудно воспроизводим в условиях лекции, то сделайте его словесное описание с обобщающими выводами.

- просмотреть свои записи после окончания лекции. Подчеркните и отметьте разными цветами фломастера важные моменты в записях. Исправьте неточности, внесите необходимые дополнения. Не тратьте время на переписывание конспекта, если он оказался не совсем удачным. Совершенствуйтесь, записывая последующие лекции.

**Подготовка к семинарским занятиям.** Семинар – один из основных видов практических занятий. Он предназначен для углубленного изучения отдельных тем и курсов. По форме проведения семинары обычно представляют собой решение задач, обсуждение докладов, беседу по плану или дискуссию по проблеме.

Подготовка к занятиям заключается, прежде всего, в освоении того теоретического материала, который выносится на обсуждение. Для этого необходимо в первую очередь перечитать конспект лекции или разделы учебника, в которых присутствует установочная информация. Изучение рекомендованной литературы необходимо сделать максимально творчески – не просто укладывая в память новые сведения, а осмысливая и анализируя материал. Закрепить свои знания можно с помощью записей, выписок или тезисного конспекта.

Если семинар представлен докладами, то основная ответственность за его проведение лежит на докладчиках. Однако роль остальных участников семинара не должна быть пассивной. Студенты, прослушав доклад, записывают кратко главное его содержание и задают выступающему уточняющие вопросы. Чем более основательной была домашняя подготовка по теме, тем активнее происходит обсуждение проблемных вопросов. На семинаре всячески поощряется творческая, самостоятельная мысль, дается возможность высказать критические замечания.

Беседа по плану представляет собой заранее подготовленное совместное обсуждение вопросов темы каждым из участников. Эта форма потребует от студентов не только хорошей самостоятельной проработки теоретического материала, но и умение участвовать в коллективной дискуссии: кратко, четко и ясно формулировать и излагать свою точку зрения перед сокурсниками, отстаивать позицию в научном споре, присоединяться к чужому мнению или оппонировать другим участникам.

**Доклад** представляет собой устную форму сообщения информации. Он используется в вузе на семинарских занятиях и на научных студенческих конференциях.

Подготовка доклада осуществляется в два этапа: написание письменного текста на заданную тему и подготовка устного выступления перед аудиторией слушателей с освещением этой темы. Письменный доклад оформляется как реферат.

При работе над докладом следует учесть некоторые специфические особенности:

- Объем доклада должен согласовываться со временем, отведенным для выступления.

- При выборе темы нужно учитывать не только собственные интересы, но и интересы потенциальных слушателей. Ваше сообщение необходимо согласовывать с уровнем знаний и потребностей публики.

- Подготовленный текст доклада должен хорошо восприниматься на слух. Даже если отобранный вами материал сложен и неоднозначен, говорить желательно просто и ясно, не перегружая речь наукообразными оборотами и специфическими терминами.

Следует отметить, что иногда преподаватель не требует от студентов письменного варианта доклада и оценивает их работу исключительно по устному выступлению. Но значительно чаще письменный доклад проверяется и его качество также оценивается в баллах. Вне зависимости от того, нужно или не нужно будет сдавать на проверку текст будущего выступления, советуем не отказываться от письменной записи доклада. Это поможет избежать многих ошибок, которые случаются во время устной импровизации: отклонение от темы, нарушения логической последовательности, небрежное обращение с цитатами, злоупотребление деталями и т.д. Если вы хорошо владеете навыками свободной речи и обладаете высокой культурой мышления, то замените письменный доклад составлением тезисного плана. С его помощью зафиксируйте основные мысли и идеи,

выстройте логику повествования, отберите яркие и точные примеры, сформулируйте выводы.

**Презентация** – современный способ устного или письменного представления информации с использованием мультимедийных технологий.

Существует несколько вариантов презентаций.

- Презентация с выступлением докладчика
- Презентация с комментариями докладчика
- Презентация для самостоятельного просмотра, которая может демонстрироваться перед аудиторией без участия докладчика.

Подготовка презентации включает в себя несколько этапов:

#### 1. Планирование презентации

От ответов на эти вопросы будет зависеть всё построение презентации:

- каково предназначение и смысл презентации (демонстрация результатов научной работы, защита дипломного проекта и т.д.);
- какую роль будет выполнять презентация в ходе выступления (сопровождение доклада или его иллюстрация);
- какова цель презентации (информирование, убеждение или анализ);
- на какое время рассчитана презентация (короткое - 5-10 минут или продолжительное - 15-20 минут);
- каков размер и состав зрительской аудитории (10-15 человек или 80-100; преподаватели, студенты или смешенная аудитория).

#### 2. Структурирование информации

- в презентации не должна быть менее 10 слайдов, а общее их количество превышать 20 - 25.
- основными принципами при составлении презентации должны быть ясность, наглядность, логичность и запоминаемость;
- презентация должна иметь сценарий и четкую структуру, в которой будут отражены все причинно-следственные связи,
- работа над презентацией начинается после тщательного обдумывания и написания текста доклада, который необходимо разбить на фрагменты и обозначить связанные с каждым из них задачи и действия;
- первый шаг – это определение главной идеи, вокруг которой будет строиться презентация;
- часть информации можно перевести в два типа наглядных пособий: текстовые, которые помогут слушателям следить за ходом развертывания аргументов и графические, которые иллюстрируют главные пункты выступления и создают эмоциональные образы.
- сюжеты презентации могут разъяснять или иллюстрировать основные положения доклада в самых разнообразных вариантах.

Очень важно найти правильный баланс между речью докладчика и сопровождающими её мультимедийными элементами.

Для этого целесообразно:

- определить, что будет представлено на каждом слайде, что будет в это время говориться, как будет сделан переход к следующему слайду;
- самые важные идеи и мысли отразить и на слайдах и произнести словами, тогда как второстепенные – либо словами, либо на слайдах;
- информацию на слайдах представить в виде тезисов – они сопровождают подробное изложение мыслей выступающего, а не наоборот;
- для разъяснения положений доклада использовать разные виды слайдов: с текстом, с таблицами, с диаграммами;
- любая презентация должна иметь собственную драматургию, в которой есть:

«завязка» - пробуждение интереса аудитории к теме сообщения (яркий наглядный пример);

«развитие» - демонстрация основной информации в логической последовательности (чередование текстовых и графических слайдов);

«кульминация» - представление самого главного, нового, неожиданного (эмоциональный речевой или иллюстративный образ);

«развязка» - формулирование выводов или практических рекомендаций (видеоряд).

### 3. Оформление презентации

Оформление презентации включает в себя следующую обязательную информацию:

Титульный лист

- представляет тему доклада и имя автора (или авторов);

- на защите курсовой или дипломной работы указывает фамилию и инициалы научного руководителя или организации;

- на конференциях обозначает дату и название конференции.

План выступления

- формулирует основное содержание доклада (3-4 пункта);

- фиксирует порядок изложения информации;

Содержание презентации

- включает текстовую и графическую информацию;

- иллюстрирует основные пункты сообщения;

- может представлять самостоятельный вариант доклада;

Завершение

- обобщает, подводит итоги, суммирует информацию;

- может включать список литературы к докладу;

- содержит слова благодарности аудитории.

### 4. Дизайн презентации

Текстовое оформление

- Не стоит заполнять слайд слишком большим объемом информации - лучше всего запоминаются не более 3-х фактов, выводов, определений.

- Оптимальное число строк на слайде – 6 -11.

- Короткие фразы запоминаются визуально лучше. Пункты перечней не должны превышать двух строк на фразу.

- Наибольшая эффективность достигается тогда, когда ключевые пункты отображаются по одному на каждом отдельном слайде

- Если текст состоит из нескольких абзацев, то необходимо установить красную строку и интервал между абзацами.

- Ключевые слова в информационном блоке выделяются цветом, шрифтом или композиционно.

- Информацию предпочтительнее располагать горизонтально, наиболее важную - в центре экрана.

- Не следует злоупотреблять большим количеством предлогов, наречий, прилагательных, вводных слов.

- Цифровые материалы лучше представить в виде графиков и диаграмм – таблицы с цифровыми данными на слайде воспринимаются плохо.

- Необходимо обратить внимание на грамотность написания текста. Ошибки во весь экран производят неприятное впечатление

Шрифтовое оформление

- Шрифты без засечек (Arial, Tahoma, Verdana) читаются легче, чем гротески. Нельзя смешивать различные типы шрифтов в одной презентации.

- Шрифтовой контраст можно создать посредством размера шрифта, его толщины, начертания, формы, направления и цвета;

- Для заголовка годится размер шрифта 24-54 пункта, а для текста - 18-36 пунктов.

- Курсив, подчеркивание, жирный шрифт используются ограниченно, только для смыслового выделения фрагментов текста.

- Для основного текста не рекомендуются прописные буквы.

#### Цветовое оформление

- На одном слайде не используется более трех цветов: фон, заголовок, текст.
- Цвет шрифта и цвет фона должны контрастировать – текст должен хорошо читаться, но не резать глаза.

- Для фона предпочтительнее холодные тона.

- Существуют не сочетаемые комбинации цветов. Об этом можно узнать в специальной литературе.

- Черный цвет имеет негативный (мрачный) подтекст. Белый на черном читается плохо.

- Если презентация большая, то есть смысл разделить её на части с помощью цвета – разный цвет способен создавать разный эмоциональный настрой.

- Нельзя выбирать фон, который содержит активный рисунок.

#### Композиционное оформление

- Следует соблюдать единый стиль оформления. Он может включать определенный шрифт (гарнитура и цвет), фон цвета или фоновый рисунок, декоративный элемент небольшого размера и т.д.

- Не приемлемы стили, которые будут отвлекать от презентации.

- Крупные объекты в композиции смотрятся неважно.

- Вспомогательная информация (управляющие кнопки) не должна преобладать над основной (текстом и иллюстрацией).

- Для серьезной презентации отбираются шаблоны, выполненные в деловом стиле.

#### Анимационное оформление

- Основная роль анимации – дозирования информации. Аудитория, как правило, лучше воспринимает информацию порциями, небольшими зрительными фрагментами.

- Анимация используется для привлечения внимания или демонстрации развития какого-либо процесса

- Не стоит злоупотреблять анимационными эффектами, которые отвлекают от содержания или утомляют глаза читающего.

- Особенно нежелательно частое использование таких анимационных эффектов как вылет, вращение, волна, побуквенное появление текста.

#### Звуковое оформление

- Музыкальное сопровождение призвано отразить суть или подчеркнуть особенности темы слайда или всей презентации, создать определенный эмоциональный настрой.

- Музыку целесообразно включать тогда, когда презентация идет без словесного сопровождения.

- Звуковое сопровождение используется только по необходимости, поскольку даже фоновая тихая музыка создает излишний шум и мешает восприятию содержания.

- Необходимо выбрать оптимальную громкость, чтобы звук был слышан всем слушателем, но не был оглушительным.

#### Графическое оформление

- Рисунки, фотографии, диаграммы призваны дополнить текстовую информацию или передать её в более наглядном виде.

- Нельзя представлять рисунки и фото плохого качества или с искаженными пропорциями.

- Желательно, чтобы изображение было не столько фоном, сколько иллюстрацией, равной по смыслу самому тексту, чтобы помочь по-новому понять и раскрыть его.

- Следует избегать некорректных иллюстраций, которые неправильно или двусмысленно отражают смысл информации.

- Необходимо позаботиться о равномерном и рациональном использовании пространства на слайде: если текст первичен, то текстовый фрагмент размещается в левом верхнем углу, а графический рисунок внизу справа и наоборот.

- Иллюстрации рекомендуется сопровождать пояснительным текстом. Подписи к картинкам лучше выполнять сбоку или снизу, если это только не название самого слайда.

- Если графическое изображение используется в качестве фона, то текст на этом фоне должен быть хорошо читаем.

#### Таблицы и схемы

- Не стоит вставлять в презентацию большие таблицы – они трудны для восприятия. Лучше заменить их графиками, построенными на основе этих таблиц.

- Если все же таблицу показать надо, то следует оставить как можно меньше строк и столбцов, отобразив и разместив только самые важные данные.

- При использовании схем на слайдах необходимо выровнять ряды блоков схемы, расстояние между блоками, добавить соединительные линии при помощи инструментов Автофигур,

- При создании схем нужно учитывать связь между составными частями схемы: если они равнозначны, то заполняются одним шрифтом, фоном и текстом, если есть первостепенная информация, то она выделяется особым способом с помощью организационных диаграмм.

#### Аудио и видео оформление

- Видео, кино и теле материалы могут быть использованы полностью или фрагментарно в зависимости от целей, которые преследуются.

- Продолжительность фильма не должна превышать 15-25 минут, а фрагмента – 4-6 минут.

- Нельзя использовать два фильма на одном мероприятии, но показать фрагменты из двух фильмов вполне возможно.

#### Подготовка к экзамену.

Готовиться нужно заранее и в несколько этапов. Для этого:

- Просматривайте конспекты лекций сразу после занятий. Бегло просматривайте конспекты до начала следующего занятия. Это позволит «освежить» предыдущую лекцию и подготовиться к восприятию нового материала.

- Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала.

Непосредственно при подготовке:

- Упорядочьте свои конспекты, записи, задания.

- Прикиньте время, необходимое вам для повторения каждой части (блока) материала, выносимого на зачет.

- Составьте расписание с учетом скорости повторения материала, для чего

- Разделите вопросы для зачёта на знакомые (по лекционному курсу, семинарам, конспектированию), которые потребуют лишь повторения и новые, которые придется осваивать самостоятельно. Начните с тем хорошо вам известных и закрепите их с помощью конспекта и учебника. Затем пополните свой теоретический багаж новыми знаниями, обязательно воспользовавшись рекомендованной литературой.

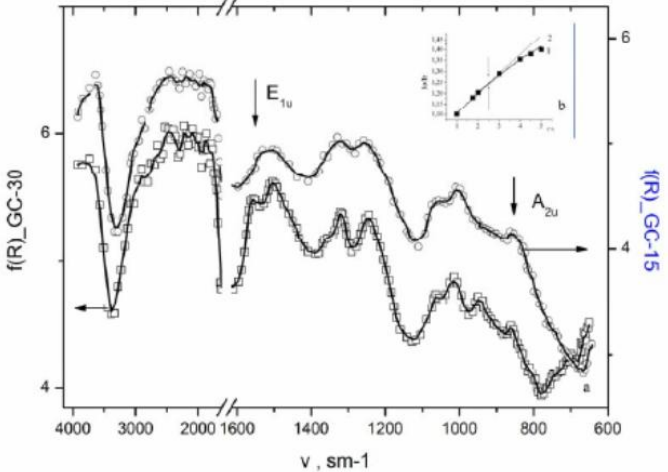
- Правильно используйте консультации, которые проводит преподаватель. Приходите на них с заранее проработанными самостоятельно вопросами. Вы можете получить разъяснение по поводу сложных, не до конца понятых тем, но не рассчитывайте во время консультации на исчерпывающую информацию по содержанию всего курса.

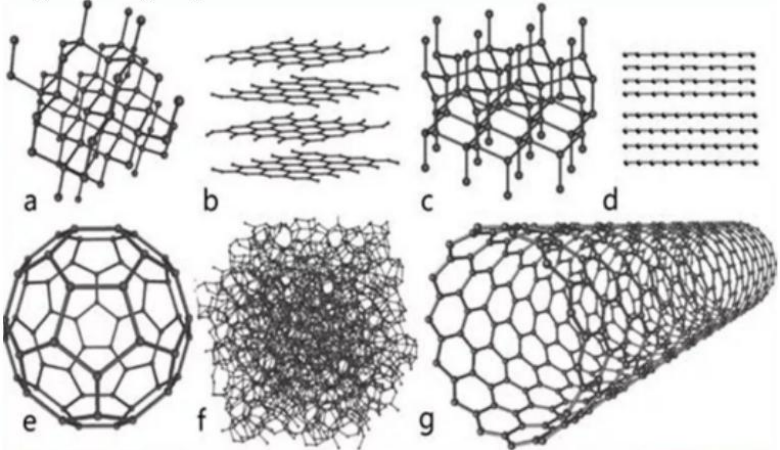

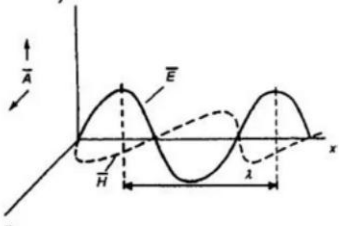
## Приложение 2

### «Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

По данной дисциплине предусмотрены различные виды контроля результатов обучения: текущий контроль (проверка выполнения практических и лабораторных заданий), итоговый контроль в виде экзамена.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОК-1: способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу</b>		
Знать	Схемы классификации углеродных материалов	<p style="text-align: center;"><b>Перечень тем для подготовки самоподготовки</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Получение наноструктурных материалов.</li> <li>2. Способы выделения и очистки наноструктур.</li> <li>3. Классификация, симметрия, свойства углеродных наноструктур.</li> <li>4. Спектроскопические методы исследования наноструктур.</li> <li>5. Применение атомной силовой микроскопии в наноструктурных материалах.</li> <li>6. Нанотехнологии в электронике</li> <li>7. Сравнительный анализ физико-химических свойств веществ наноструктур.</li> <li>8. Композитные наноструктурные материалы.</li> </ol>
Уметь	Определять тип кристаллических решеток	<p>Примерное задание</p> <p style="text-align: center;">Опишите связь строения с свойств материалов.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p style="text-align: center;"><b>Наноструктуры</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p><b>Нуль-мерные</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Свободные кластеры</li> <li>Стабилизированные кластеры, квантовые точки</li> <li>Кластеры в матрице</li> <li>Наночастицы в нанореакторах</li> <li>Наночастицы в оболочках</li> <li>Самоорганизованные наноструктуры</li> <li>Неупорядоченные наночастицы в матрице</li> </ul> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p><b>Одномерные</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Нанонити</li> <li>Нанотрубки</li> <li>Нанопояса</li> <li>Наностержни</li> </ul> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p><b>Двумерные</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тонкие пленки</li> <li>Гетероструктуры</li> <li>Пленки Ленгмюра–Блоджетт</li> <li>Самособирающиеся слои</li> <li>Нанопластины</li> </ul> </div> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> <p><b>Сложные трехмерные наноструктуры</b></p> </div>
Владеть	Навыками расчета параметров элементарных ячеек кристаллических структур	<p>Примерное задание Проанализировать спектр диффузионного отражения</p>  <p>Рис. 1. Спектры диффузного отражения образцов стеклоглерода (а), концентрационная зависимость интенсивности колебательной моды <math>E_{2u}</math>(b).</p>
<b>ОПК-6 способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе</b>		
Знать	Основные методы численного расчета структуры и	<p style="text-align: center;"><b>Примерный перечень тем докладов:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. "Применение ультрадисперсных, наноразмерных частиц при создании высокопрочных долговечных бетонов",</li> <li>2. "Композиты с полимерной матрицей и</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	параметров углеродных наноструктур	углеволокна в строительстве", 3. "Пленочные нанопокрывтия для энергосбережения зданий", 4. Нанокompозитные трубки для инженерных систем", 5. "Стеклопластиковая композитная арматура", 6. "Самоочищающиеся нанопокрывтия". 7. "Применение нанотехнологий для получения теплоизоляционных и огнезащитных строительных материалов", 8. "Применение нанотехнологий для получения защитно-декоративных покрывтий".
Уметь	Рассчитывать параметры элементарных ячеек методами молекулярной механики	Примерное задание Какие кристаллические структуры нанougлерода вы видите на рисунке? 
Владеть	Приемами расчета свойств углеродных наноструктур	Примерное задание По представленной схеме расскажите о спектроскопических методах исследования наноструктур  <p>Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом</p>  <p>Схематическое изображение электромагнитной волны  <math>\bar{A}</math> - амплитуда;  <math>\vec{E}</math> - вектор электрического поля;  <math>\vec{H}</math> - вектор магнитного поля;  <math>x</math> - направление распространения волны</p>
<b>ПК-1 способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и</b>		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>зарубежного опыта</b>		
Знать	Современные представления о структуре и свойствах основных аллотропных модификаций углерода	<p><i>Перечень вопросов для подготовки к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>21. Строение атома углерода и морфология искусственных углеродных материалов. Диаграмма состояния углерода.</li> <li>22. Ковалентная связь, гибридизация связей, кристаллические формы углерода. Дефекты кристаллической решетки в углеродных материалах.</li> <li>23. Получение и применение углеродных материалов и композитов на основе углерода.</li> <li>24. Методы исследования структуры углеродных материалов. Электронная микроскопия. Рентгеноструктурные методы исследования структуры углеродных материалов.</li> <li>25. Анализ формы профилей дифракционных линий. Методы определения структурных характеристик по форме дифракционных максимумов. Метод моментов.</li> <li>26. Методика определения размеров областей когерентного рассеяния и микродеформаций гармоническим анализом профиля рентгеновских дифракционных линий.</li> <li>27. Методики разложения сложных перекрывающихся дифракционных максимумов на компоненты.</li> <li>28. Моделирование структурного упорядочения в углеродных материалах.</li> <li>29. Получение искусственного поликристаллического графита. Термообработка: карбонизация и графитация. Влияние примесей на графитацию.</li> <li>30. Карбидная модель графитации. Модели Франклин и Майера-Меринга.</li> </ol>
Уметь	Работать в программе Nuparchem или ее аналоге	<p>Примеры тем докладов</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>31. Строение атома углерода</li> <li>32. Валентные состояния атома углерода</li> <li>33. Углерод-углеродные связи. Кратность связей и межатомные расстояния</li> <li>34. Дифракционные методы исследования структуры углеродных материалов</li> <li>35. Молекулярно-механические методы исследования структуры углеродных материалов</li> <li>36. Квантово-механические методы исследования структуры углеродных материалов</li> <li>37. Полуэмпирические методы исследования структуры углеродных материалов</li> <li>38. Классификация углеродных материалов</li> <li>39. Алмаз (<math>sp^3</math>-гибридизация)</li> <li>40. Графит (<math>sp^2</math>-гибридизация)</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		41. Карбин (sp-гибридизация) 42. Графен 43. История открытия и свойства фуллеренов 44. Структура и возможные формы фуллеренов 45. Структура многослойных фуллеренов
Владеть	Навыками расчета основных свойств и структуры в программе Hyperchem или ее аналогов	Примеры тестовых заданий: 1. Модуль Юнга однослойной нанотрубки: Выберите один ответ: менее 2000 ГПа от 4 до 8 ТПа от 1000 до 5000 ГПа более 8 ТПа  2. Ширина запрещенной зоны нанотрубки может быть равна: Выберите один или несколько ответов: 0,5 эВ 0,05 эВ 50 эВ 5 эВ  3. Вещества, стимулирующие рост однослойных нанотрубок: Выберите один или несколько ответов: кобальт медь никель железо цинк марганец
<b>ПК-2 способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</b>		
Знать	основные приемы спектральных методов качественного и количественного анализа, физические и химические методы обнаружения ингредиентов в сложных	<b><i>Перечень вопросов для подготовки к экзамену:</i></b> 1. Получение углеродного волокна. Структурная модель Руланда. 2. Взаимосвязь структурных параметров углеродных материалов. Рекристаллизационная модель графитации. 3. Классификация углеродных фаз и наноструктур. 4. Синтез и структура карбиноидов, фуллеренов и нанотрубок. 5. Структура и свойства гибридных углеродных фаз (карбиноалмазные, графиновые, из полимеризованных фуллеренов и др.). 6. Физико-химические свойства углеродных материалов.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	системах	<p>Методы исследования физико-химических свойств. Взаимосвязь структуры и свойств в углеродных материалах.</p> <p>7. Общие представления о композиционных материалах, типы композитов, их классификация. Синтез композитов с требуемыми свойствами.</p> <p>8. Особенности структуры и свойств композитов. Связующее композитов: пеки, смолы, металлы. Армирующие наполнители композитов: углеродные волокна, неорганические соединения, металлы.</p> <p>9. Синтез, структура и свойства углерод-углеродных композиционных материалов. Синтез С-композиционных материалов. Влияние примесей на формирование структуры композитов</p>
Уметь	работать с веществами, выполнять аналитическое исследование сред, используя на практике знания о спектрметрических исследованиях	<p>Примеры тем докладов</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Открытие и свойства нанотрубок</li> <li>2. Структура однослойных нанотрубок</li> <li>3. Структура многослойных нанотрубок</li> <li>4. <math>(sp - sp^2)</math> –гибридные фазы (графины)</li> <li>5. <math>(sp^2 - sp^3)</math> –гибридные структуры</li> <li>6. <math>(sp - sp^3)</math> –гибридные структуры</li> <li>7. Углеродные волокна из ПАН-волокна</li> <li>8. Углеродные волокна из гидрат целлюлозы (ГТЦ)</li> <li>9. Углеродные волокна из пеков</li> <li>10. Кристаллическая структура углеродного волокна</li> <li>11. Искусственный графит и интеркалированные соединения графита</li> <li>12. Факторы, влияющие на графитацию углеродных материалов</li> <li>13. Карбидная и рекристаллизационная модель механизма графитации</li> <li>14. Графитация как устранение дефектов структуры кристаллов и как ряд последовательных фазовых переходов</li> <li>15. Дефекты в реальных структурах графита</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<p>- техникой спектральных исследований, приёмами работы с соответствующим оборудованием;</p> <p>- приёмами изложения материалов на семинарах, практических занятиях, в лабораторном исследовании и отчёте;</p> <p>- навыками выполнения самостоятельных заданий, например, при написании и защите рефератов</p>	<p>Примеры тестовых заданий</p> <p>1. При какой температуре происходит графитация сажи? Выберите один ответ: 1500 °С 2500 °С 4000 °С 2000 °С</p> <p>2. Межслоевые расстояния в многослойных фуллеренах соответствуют значениям... (Выберите наиболее подходящее) Выберите один ответ: 1,33 нм 1,42 нм 0,34 нм 0,17 нм</p> <p>3. Где легче всего обнаружить многослойные фуллерены? Выберите один ответ: в графите в алмазах в стеклоуглеродах в саже</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Форма аттестации - экзамен

***Перечень вопросов для подготовки к экзамену:***

1. Строение атома углерода и морфология искусственных углеродных материалов. Диаграмма состояния углерода.
2. Ковалентная связь, гибридизация связей, кристаллические формы углерода. Дефекты кристаллической решетки в углеродных материалах.
3. Получение и применение углеродных материалов и композитов на основе углерода.
4. Методы исследования структуры углеродных материалов. Электронная микроскопия. Рентгеноструктурные методы исследования структуры углеродных материалов.
5. Анализ формы профилей дифракционных линий. Методы определения структурных характеристик по форме дифракционных максимумов. Метод моментов.
6. Методика определения размеров областей когерентного рассеяния и микродеформаций гармоническим анализом профиля рентгеновских дифракционных линий.
7. Методики разложения сложных перекрывающихся дифракционных максимумов на компоненты.

8. Моделирование структурного упорядочения в углеродных материалах.
9. Получение искусственного поликристаллического графита. Термообработка: карбонизация и графитация. Влияние примесей на графитацию.
10. Карбидная модель графитации. Модели Франклин и Майера-Меринга.
11. Получение углеродного волокна. Структурная модель Руланда.
12. Взаимосвязь структурных параметров углеродных материалов. Рекристаллизационная модель графитации.
13. Классификация углеродных фаз и наноструктур.
14. Синтез и структура карбиноидов, фуллеренов и нанотрубок.
15. Структура и свойства гибридных углеродных фаз (карбиноалмазные, графиновые, из полимеризованных фуллеренов и др.).
16. Физико-химические свойства углеродных материалов. Методы исследования физико-химических свойств. Взаимосвязь структуры и свойств в углеродных материалах.
17. Общие представления о композиционных материалах, типы композитов, их классификация. Синтез композитов с требуемыми свойствами.
18. Особенности структуры и свойств композитов. Связующее композитов: пеки, смолы, металлы. Армирующие наполнители композитов: углеродные волокна, неорганические соединения, металлы.
19. Синтез, структура и свойства углерод-углеродных композиционных материалов.
20. Синтез C-композиционных материалов. Влияние примесей на формирование структуры композитов

***Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):***

– на оценку **«отлично»** – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.