



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института

И.Ю. Мезин

«23» 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Колебательные спектры конденсированного углерода и нанougлерода

*НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)*

Направление подготовки (специальность)  
03.03.02 Физика

*шифр наименование направления подготовки (специальности)*

Направленность (профиль/ специализация) программы

*наименование направленности (профиля) подготовки (специализации)*

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

Очная

Институт/ факультет

*Естествознания и стандартизации*

Кафедра

*Прикладной и теоретической физики*

Курс

3

Семестр

5

Магнитогорск


2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МОиН РФ от 07.08.2014 № 937


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры прикладной и теоретической физики 28 сентября 2018 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / А.Н. Бехтерев/  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации 29 октября 2018 г., протокол № 2.

Председатель  / И.Ю. Мезин/  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа составлена: зав. кафедрой ПитФ, докт. физ.-мат. наук, доц.  
(должность, ученая степень, ученое звание)

 / А. Н. Бехтерев /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рецензент: зав. кафедрой Физики, канд. физ.-мат. наук, доц.  
(должность, ученая степень, ученое звание)

 / Ю. И. Савченко /  
(подпись) (И.О. Фамилия)



### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются: расширение и углубление знаний по математике и физике, лежащих в основе теоретического обоснования многих физических теорий и используемых при решении ряда прикладных задач, а также приобретение навыков их применения, формирование общекультурных и профессиональных компетенций, необходимых для осуществления профессиональной деятельности.

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

Дисциплина Колебательные спектры конденсированного углерода и наноуглерода входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Вычислительная физика

Общий физический практикум

Основы физики конденсированного состояния

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

Исследование структуры и свойств углеродных наноструктур

Физические и химические методы контроля окружающей среды

Спектроскопические методы исследования

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Колебательные спектры конденсированного углерода и наноуглерода» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-2 способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	
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	- техникой спектральных исследований, приёмами работы с соответствующим оборудованием; - приёмами изложения материалов на семинарах, практических занятиях, в лабораторном исследовании и отчёте; - навыками выполнения самостоятельных заданий, например, при написании и защите рефератов
ПК-3 готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	
Знать	современные теории и методы спектральных исследований

Уметь	применять современные теории и методы спектральных исследований
Владеть	современными методами и приёмами спектрального анализа
ПК-4 способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	
Знать	возможности применения для исследования существующих методов спектрофотометрических исследований
Уметь	применять современные теории и методы спектральных исследований и анализировать полученные результаты
Владеть	приемами анализа и применения для исследования существующих методов спектроскопии

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 38,3 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,3 акад. часов
- самостоятельная работа – 34 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. Структура и методы исследования наноуглерода								
1.1 Структурные особенности кристаллических, аморфных и наноуглеродных	5		8/4И		8	Подготовка к лабораторным занятиям. Поиск дополнительной информации	Защита лабораторных работ. Подготовка докладов	ПК-2, ПК-3, ПК-4
1.2 Методы исследования и особенности колебательных спектров кон-денсированного углерода и наноуглерода.			10/4И		8	Подготовка к лабораторным занятиям. Поиск дополнительной информации	Защита лабораторных работ. Подготовка докладов	ПК-2, ПК-3, ПК-4
1.3 Теоретический расчет колебательных спектров конденсированного углерода и дефектов структуры: ретроспективный анализ.			8/4И		8	Подготовка к лабораторным занятиям. Поиск дополнительной информации	Защита лабораторных работ. Подготовка докладов	ПК-2, ПК-3, ПК-4
1.4 Применение колебательных спектров углеродных объектов для анализа структурных особенностей и			10/2И		10	Подготовка к лабораторным занятиям. Поиск дополнительной информации	Защита лабораторных работ. Подготовка докладов	ПК-2, ПК-3, ПК-4
Итого по разделу			36/14И		34			
2. Контроль								
2.1 Экзамен	5							ПК-2, ПК-3, ПК-4
Итого по разделу								
Итого за семестр			36/14И		34		экзамен	
Итого по дисциплине			36/14И		34		экзамен	ПК-2,ПК-3,ПК-4

## 5 Образовательные технологии

1. Традиционные образовательные технологии. Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий: лабораторная работа.
2. Технологии проблемного обучения. Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения: практическое занятие в форме лабораторного практикума.
3. Интерактивные технологии.
4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии.

## 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. Бехтерев, А.Н. Фононная структура конденсированного углерода и наноуглерода: учеб. пособие / А.Н. Бехтерев – Магнитогорск: Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. – 221 с. – ISBN 978-5-9967-0791-1
2. Валова (Копылова), В. Д. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : Практикум / В. Д. Валова (Копылова), Л. Т. Абесадзе. - М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. - 224 с. - ISBN 978-5-394-01751-3./ <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=430532>
3. Молекулярная спектроскопия: основы теории и практика: Учебное пособие / Под ред. проф. Ф.Ф. Литвина. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 263 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-005727-9, 200 экз./ <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=352873>

### б) Дополнительная литература:

1. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учеб. пос. / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек и др. - 2-е изд., стер. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 542 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высш. обр.: Бакалавр.). (п) ISBN 978-5-16-004685-3, 400 экз. / <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=419626>
2. Оптические измерения [Электронный ресурс] / А. Н. Андреев, Е. В. Гаврилов, Г. Г. Ишанин и др. - М.: Университетская книга; Логос, 2012. - 416 с. - ISBN 978-5-98704-173-2./ <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469178> .

### в) Методические указания:

Методические рекомендации представлены в приложении.

### 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 распространяемое ПО	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Международная справочная система «Полпред» polpred.com отрасль «Образование, наука»	URL: <a href="http://education.polpred.com/">http://education.polpred.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>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

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

Компьютерный класс: персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет



## Приложение 1 «Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся»

Примерный перечень тем лабораторных работ:

1. Проявление дефектов в колебательных спектрах.
2. Спектроскопия комбинационного рассеяния.
3. Спектроскопия диффузного рассеяния.
4. Моделирование колебательных спектров конденсированного углерода и наноуглерода.
5. Расчет оптических характеристик кристаллов из колебательных спектров.
6. Исследование пироуглерода и стеклоуглерода методами ИК- спектроскопии
7. Исследование дефектов структуры углеродных материалов

В ходе выполнения самостоятельной работы по данному курсу, студенты должны научиться владеть устной и письменной речью; вести диалог; участвовать в дискуссии; раскрывать содержание изучаемой проблемы в монологической речи; выступать с сообщениями и докладами, проводить исследования и выполнять расчеты.

### **Подготовка к экзамену**

Перед началом подготовки к экзаменам необходимо просмотреть весь материал и отложить тот, что хорошо знаком, а начинать учить незнакомый, новый.

Начинайте готовиться к экзаменам заранее, понемногу, по частям, сохраняя спокойствие. Составьте план на каждый день подготовки, необходимо четко определить, что именно сегодня будет изучаться. А также необходимо определить время занятий с учетом ритмов организма.

К трудно запоминаемому материалу необходимо возвращаться несколько раз, просматривать его в течение нескольких минут вечером, а затем еще раз - утром.

Очень полезно составлять планы конкретных тем и держать их в уме, а не зубрить всю тему полностью «от» и «до». Можно также практиковать написание вопросов в виде краткого, тезисного изложения материала.

Заучиваемый материал лучше разбить на смысловые куски, стараясь, чтобы их количество не превышало семи. Смысловые куски материала необходимо укрупнять и обобщать, выражая главную мысль одной фразой. Текст можно сильно сократить, представив его в виде схемы

Пересказ текста своими словами приводит к лучшему его запоминанию, чем многократное чтение, поскольку это активная, организованная целью умственная работа

### **Подготовка к выполнению лабораторной работы**

Лабораторные работы являются одним из видов практического обучения. Их цель – закрепление теоретических знаний, проверка на опыте некоторых положений теории и законов, приобретение практических навыков, проведении эксперимента, использовании простейших приборов и аппаратов.

Задание на работу выдается за несколько дней до ее выполнения. Для качественного выполнения лабораторных работ студентам необходимо:

- 1) повторить теоретический материал по конспекту и учебнику (согласно списку литературы)
- 2) ознакомиться с описанием лабораторной работы:
- 3) в специальной рабочей тетради записать название и номер работы, вычертить таблицы для записи показаний приборов и результатов расчета, подготовить миллиметровую бумагу, если требуются графические построения и т.д.
- 3) выяснив цель работы, четко представить себе поставленную задачу и способы ее достижения, продумать ожидаемые результатов опытов
- 4) сделать предварительный домашний расчет, если требуется в задании
- 5) ответить устно и письменно на контрольные вопросы.

б) Соблюдать основные правила безопасности при работе в лаборатории.

Студент допускается преподавателем к выполнению лабораторной работы только после:

- проведения инструктажа по технике безопасности и подписи получившего и проводившего инструктаж в журнале группы;
- при наличии оформленного журнала (смотри «Требования к оформлению журнала для ЛР»).

Студенты выполняют работы в соответствии с инструкцией

В ходе выполнения ЛР преподаватель отвечает на все вопросы студентов по теме ЛР.

После снятия замеров, проведения необходимых расчетов и построения графиков, студент должен представить полученные результаты преподавателю на подпись. Также делается соответствующая отметка в журнале группы.

### **Подготовка к сдаче лабораторной работы**

Для защиты лабораторной работы необходимо заполнить отчет о ЛР

Защита выполненной лабораторной работы проводится тому же преподавателю, с кем проходило её выполнение. Допускается сдача ЛР лектору кафедры

Преподаватель оценивает ЛР в соответствии с программой курса и проставляет оценку в журнале ЛР и в журнале группы.

Преподаватель обязан принять ЛР при наличии журнала ЛР, оформленного в соответствии с «Требования к оформлению журнала для ЛР», личном выполнении студентом ЛР; совпадении результатов опытов с контрольными замерами, письменном верном ответе на контрольные (тестовые) вопросы из утвержденного кафедрой списка, написанном в присутствии преподавателя.

## Приложение 2

### «Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	
ПК-2 способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта		
Знать	основные приемы спектральных методов качественного и количественного анализа, физические и химические методы обнаружения ингредиентов в сложных системах;	Перечень тем для подготовки докладов к лабораторным занятиям: 1. Спектроскопические методы анализа. 2. Отражательная спектроскопия. 3. Методы анализа спектров поглощения и рассеяния. 4. Полное внутреннее отражение. 5. Метод Крамерса-Кронига в анализе спектров 6. Метод Френеля в расчете оптических характеристик сред. 7. Колебательные моды и симметрия кристаллов. 8. Колебательные моды конденсированного углерода

Уметь работать с веществами, выполнять аналитическое исследование сред, используя на практике знания о спектрометрических исследованиях

Примерное задание  
Работа с таблицей

Элементный состав шунгитовой породы

Анализ № пп	Определяемый параметр	Результат анализа, % масс.	Анализ № пп	Определяемый параметр	Результат анализа, % масс.
1	2	3	4	5	6
1	Ag	<0,0002	19	Mo	0,0011
<b>2</b>	<b>Al</b>	<b>1,5400</b>	20	Na	0,2193
3	As	0,0060	21	Ni	0,0176
4	B	0,0030	22	P	0,0567
5	Ba	0,0179	23	Pb	0,0209
6	Be	<0,00002	24	Re	<0,0005
7	Bi	<0,003	<b>25</b>	<b>S</b>	<b>1,2980</b>
8	Ca	0,1651	26	Sb	<0,006

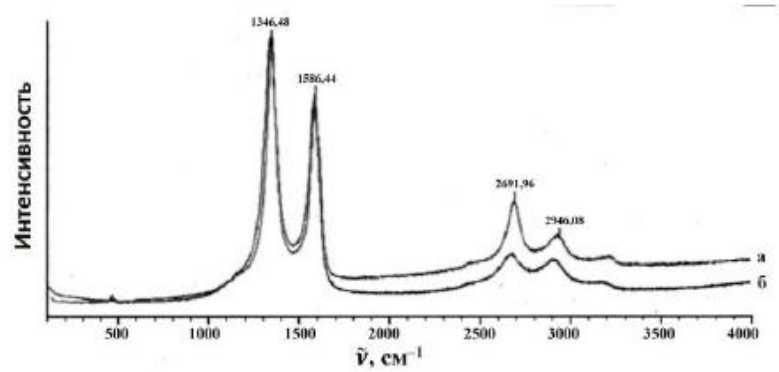


Рис. 1. Спектры КР шунгита (а) и выделенного толуолом из шунгита порошка (б)

Владеть - техникой спектральных исследований, приёмами работы с соответствующим оборудованием; - приёмами изложения материалов на семинарах, практических занятиях, в лабораторном исследовании и отчёте; - навыками выполнения самостоятельных заданий, например, при написании и защите рефератов

Примерное задание  
Проанализировать

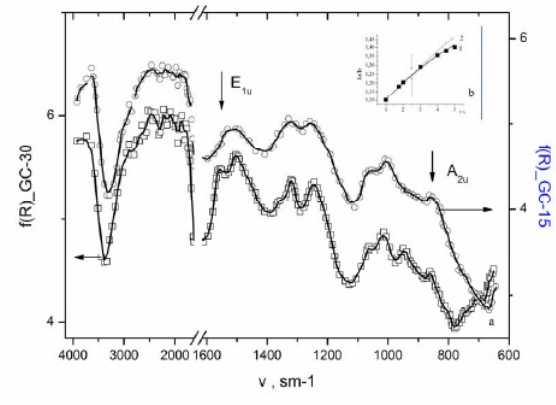


Рис. 1. Спектры диффузного отражения образцов стеклоглерода (а), концентрационная зависимость интенсивности колебательной моды E<sub>2u</sub>(b).

ПК-3 готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований

Знать современные теории и методы спектральных исследований

- Примерные темы рефератов
1. Углеродные волокна (методы получения).
  2. Искусственный графит и интеркалированные соединения графита.
  3. ИК-спектроскопия
  4. Углеродные нанотрубки (строение, свойства, технология изготовления).
  5. Применение фуллеренов и углеродных нанотрубок.
  6. Пироуглерод (строение, свойства, получение и применение).
  7. Стеклоуглерод (строение, свойства, получение и применение).

Уметь

применять современные теории и методы спектральных исследований

Примерное задание

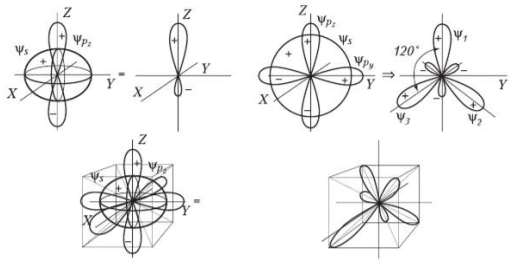
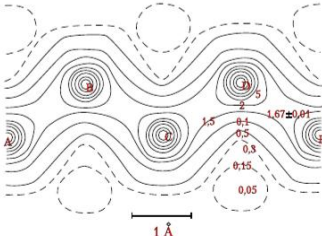


Рис.3. Схема возникновения гибридных атомных орбиталей. а, б –  $sp$ -орбитали; в, г –  $sp^2$ -орбитали; д –  $sp^3$ -орбиталь.

Владеть

современными методами и приёмами спектрального анализа

Примерное задание



Распределение электронной плотности в решетке кристалла алмаза

ПК-4 способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин

Знать	возможности применения для исследования существующих методов спектrophотометрических исследований	<p>Примерный перечень вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Строение и анализ основных свойств аллотропных форм конденсированного углерода (алмаз, графит, карбин).</li> <li>2. Анализ механических свойств углеродных материалов.</li> <li>3. Электропроводность углеродных структур и наноструктур и методы ее измерения.</li> <li>4. Гибридные углеродные фазы. Графины.</li> <li>5. Тепловые свойства наноуглеродных структур и методы их исследования.</li> <li>6. Гибридные углеродные фазы. Углеродная пена.</li> <li>7. Диэлектрические свойства углеродных наноматериалов и их экспериментальное исследование</li> <li>8. Стеклоуглерод (строение, свойства, получение и применение).</li> <li>9. Методы колебательной спектроскопии</li> <li>10. Пироуглерод (строение, свойства, получение и применение).</li> <li>11. Общая характеристика сплошных и селективных оптических спектров конденсированных веществ (вращательные, колебательные, электронные).</li> <li>12. Фуллерены (строение, свойства, получение).</li> <li>13. Теоретический расчет колебательных спектров конденсированного углерода и дефектов структуры: ретроспективный анализ.</li> <li>14. Углеродные нанотрубки (строение, свойства, технология изготовления).</li> <li>15. Применение фуллеренов и углеродных нанотрубок.</li> <li>16. Гибридные углеродные фазы. Глиттер.</li> <li>17. ИК-спектроскопия</li> <li>18. Гибридные углеродные фазы. Клатраты.</li> <li>19. <math>sp - sp^3</math> гибридные углеродные структуры</li> <li>20. Колебательные спектры дефектов, примесей в структуре конденсированного углерода.</li> <li>21. Углеродные волокна (методы получения).</li> <li>22. Искусственный графит и интеркалированные соединения графита.</li> </ol>
-------	---	--

<p>Уметь</p>	<p>применять современные теории и методы спектральных исследований и анализировать полученные результаты</p>	<p>Примерное задание Работа с таблицей</p> <p style="text-align: center;">КЛАССИФИКАЦИЯ КРИСТАЛЛОВ ПО ТИПАМ СВЯЗИ</p> <table border="1" data-bbox="710 257 1337 741"> <thead> <tr> <th>Тип Кристалла</th> <th>Пример</th> <th>Энергия связи, ккал/моль</th> <th>Свойства</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Ионные</td> <td>NaCl LiF</td> <td>180 240 2.4</td> <td>Диэлектрики (низкая проводимость при низких температурах; при высоких - ионная проводимость); сильное ИК поглощение; твердые, хрупкие.</td> </tr> <tr> <td>2. Ковалентные</td> <td>Алмаз SiC</td> <td>170 283</td> <td>Диэлектрики, высокая твердость, высокая температура плавления</td> </tr> <tr> <td>3. Металлические</td> <td>Na Fe</td> <td>26 94</td> <td>Высокая электропроводность, высокий коэффициент отражения</td> </tr> <tr> <td>4. Молекулярные</td> <td>Ar CCl<sub>4</sub></td> <td>1,8 2,4</td> <td>Диэлектрики, низкая точка плавления, высокая сжимаемость.</td> </tr> <tr> <td>5. С водородными связями</td> <td>HF Лед</td> <td>7 12</td> <td>Тенденция к полимеризации +5 ккал/моль</td> </tr> </tbody> </table>	Тип Кристалла	Пример	Энергия связи, ккал/моль	Свойства	1. Ионные	NaCl LiF	180 240 2.4	Диэлектрики (низкая проводимость при низких температурах; при высоких - ионная проводимость); сильное ИК поглощение; твердые, хрупкие.	2. Ковалентные	Алмаз SiC	170 283	Диэлектрики, высокая твердость, высокая температура плавления	3. Металлические	Na Fe	26 94	Высокая электропроводность, высокий коэффициент отражения	4. Молекулярные	Ar CCl <sub>4</sub>	1,8 2,4	Диэлектрики, низкая точка плавления, высокая сжимаемость.	5. С водородными связями	HF Лед	7 12	Тенденция к полимеризации +5 ккал/моль																					
Тип Кристалла	Пример	Энергия связи, ккал/моль	Свойства																																												
1. Ионные	NaCl LiF	180 240 2.4	Диэлектрики (низкая проводимость при низких температурах; при высоких - ионная проводимость); сильное ИК поглощение; твердые, хрупкие.																																												
2. Ковалентные	Алмаз SiC	170 283	Диэлектрики, высокая твердость, высокая температура плавления																																												
3. Металлические	Na Fe	26 94	Высокая электропроводность, высокий коэффициент отражения																																												
4. Молекулярные	Ar CCl <sub>4</sub>	1,8 2,4	Диэлектрики, низкая точка плавления, высокая сжимаемость.																																												
5. С водородными связями	HF Лед	7 12	Тенденция к полимеризации +5 ккал/моль																																												
<p>Владеть</p>	<p>приемами анализа и применения для исследования сред существующих методов спектроскопии</p>	<p>Примерное задание Работа с таблицей</p> <table border="1" data-bbox="699 880 1348 1232"> <thead> <tr> <th>Колесит. мода, см<sup>-1</sup> Метод исследования</th> <th>2E<sub>2</sub>, 2E<sub>1</sub></th> <th>E<sub>2</sub>+A<sub>1</sub></th> <th>2A<sub>1g</sub>, 2A<sub>1</sub></th> <th>Defects</th> <th>E<sub>2g</sub>, E<sub>1u</sub></th> <th>Defects</th> <th>A<sub>1g</sub>, A<sub>1</sub></th> <th>A<sub>2u</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>КР, λ=488,0 нм СУ-15 СУ-30</td> <td>3230</td> <td>2940 2950</td> <td>2710 2717</td> <td>1610 1620</td> <td>1597 1585</td> <td></td> <td>1355 1358</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ИК-отражение ω(v), СУ-15 СУ-30</td> <td>3220 3230</td> <td>2950 сл. 2950 сл.</td> <td>2740 2760</td> <td>1640сл. 1630сл.</td> <td>1570 1580</td> <td>1510 1485</td> <td>1340 1355</td> <td>780 815</td> </tr> <tr> <td>ДО, 1/R<sub>s</sub>(v), СУ-15 СУ-30</td> <td>3100 сл. 3250 сл.</td> <td>3050 сл. 2950 сл.</td> <td>2750 сл. 2750</td> <td>1600сл. 1600сл.</td> <td>1560 сл. 1570</td> <td>1515 1515</td> <td>1330 1320 1370</td> <td>865 870</td> </tr> <tr> <td>Плотность фоновых сост. графита, G(v)</td> <td>3250</td> <td>2975</td> <td>2760 2680</td> <td></td> <td>1595</td> <td>1530</td> <td>1380</td> <td>890</td> </tr> </tbody> </table> <p>Таблица. Колебательные состояния в оптических спектрах стеклоглуглерода по данным различных методов</p>	Колесит. мода, см <sup>-1</sup> Метод исследования	2E <sub>2</sub> , 2E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub> +A <sub>1</sub>	2A <sub>1g</sub> , 2A <sub>1</sub>	Defects	E <sub>2g</sub> , E <sub>1u</sub>	Defects	A <sub>1g</sub> , A <sub>1</sub>	A <sub>2u</sub>	КР, λ=488,0 нм СУ-15 СУ-30	3230	2940 2950	2710 2717	1610 1620	1597 1585		1355 1358		ИК-отражение ω(v), СУ-15 СУ-30	3220 3230	2950 сл. 2950 сл.	2740 2760	1640сл. 1630сл.	1570 1580	1510 1485	1340 1355	780 815	ДО, 1/R <sub>s</sub> (v), СУ-15 СУ-30	3100 сл. 3250 сл.	3050 сл. 2950 сл.	2750 сл. 2750	1600сл. 1600сл.	1560 сл. 1570	1515 1515	1330 1320 1370	865 870	Плотность фоновых сост. графита, G(v)	3250	2975	2760 2680		1595	1530	1380	890
Колесит. мода, см <sup>-1</sup> Метод исследования	2E <sub>2</sub> , 2E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub> +A <sub>1</sub>	2A <sub>1g</sub> , 2A <sub>1</sub>	Defects	E <sub>2g</sub> , E <sub>1u</sub>	Defects	A <sub>1g</sub> , A <sub>1</sub>	A <sub>2u</sub>																																							
КР, λ=488,0 нм СУ-15 СУ-30	3230	2940 2950	2710 2717	1610 1620	1597 1585		1355 1358																																								
ИК-отражение ω(v), СУ-15 СУ-30	3220 3230	2950 сл. 2950 сл.	2740 2760	1640сл. 1630сл.	1570 1580	1510 1485	1340 1355	780 815																																							
ДО, 1/R <sub>s</sub> (v), СУ-15 СУ-30	3100 сл. 3250 сл.	3050 сл. 2950 сл.	2750 сл. 2750	1600сл. 1600сл.	1560 сл. 1570	1515 1515	1330 1320 1370	865 870																																							
Плотность фоновых сост. графита, G(v)	3250	2975	2760 2680		1595	1530	1380	890																																							

**Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Колебательные спектры конденсированного углерода и наноглуглерода» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются

незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.