

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Химический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Применение ИК и КР спектроскопии в органической химии**

Кафедра физической и органической химии химического факультета

Образовательная программа  
04.05.01- **Фундаментальная и прикладная химия**

Профиль подготовки  
Органическая химия

Уровень высшего образования  
**Специалитет**

Форма обучения  
**Очная**

Статус дисциплины: **вариативная по выбору**

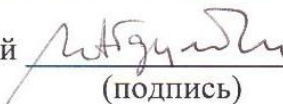
Рабочая программа дисциплины **“Применение ИК и КР спектроскопии в органической химии”** составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности **04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»** (уровень специалитета).

от «12» сентября 2016г. № 1174.

Разработчик: кафедра физической и органической химии, Сулейманов С.И., преподаватель


Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры физической и органической химии  
от «23» 03 2017г., протокол № 7

Зав. кафедрой  проф. Абдулагатов И.М.  
(подпись)

на заседании Методического совета химического факультета  
от «24» 03 2017г., протокол № 7.

Председатель  доц. Гасангаджиева У.Г.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением «    »      20   г.   
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Применение ИК и КР спектроскопии в органической химии» входит в вариативную часть образовательной программы по специальности 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой физической и органической химии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением квантовомеханических представлений о колебательных спектрах молекул. Ознакомление с природой электромагнитного излучения и его основными характеристиками.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных – ПК - 1, 2, 5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроле успеваемости в форме контрольной работы, коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий.

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро ванный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всег о	из них						
Лекц ии		Лаборатор ные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации			
9	72	18	18	-	-	-	36	зачет

### 1. Цели освоения дисциплины

Преподавание дисциплины «Применение ИК и КР спектроскопии в органической химии» ставит цель:

- научить студента устанавливать структуру органических соединений по его спектральным характеристикам.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина «Применение ИК и КР спектроскопии в органической химии» входит в вариативную часть образовательной программы по специальности 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия и является дисциплиной по выбору.

Изучение теории и практики начинается после прохождения студентами материала курсов «Физическая химия», «Органическая химия» и «Квантовая химия».

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК-1	Способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты.	Уметь: проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты в области молекулярной спектроскопии органических соединений. Владеть: навыками научного исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты.
ПК-2	Владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований.	Владеть: базовыми навыками использования современной аппаратуры ИК и КР спектроскопии при проведении научных исследований
ПК-5	Способностью приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций.	Уметь: анализировать научную литературу по ИК и КР спектроскопии органических соединений с целью выбора направления исследования для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1 Объем дисциплины составляет 72 академических часа.

4.2 Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лек.	Практ. зан.	Лаб.	Контр. раб.			
<b>Модуль 1. Общие сведения о спектрах</b>										
1	Предмет и задачи курса. Спектроскопия как средство исследования органических молекул	9		4		4		9	Устный опрос, письменный опрос, тестирование	
2	Характеристика электромагнитного излучения. Законы поглощения света. <i>Итого по модулю 1:</i>	9			4	6		9	Устный опрос, письменный опрос, тестирование	
			36		8	10		18	коллоквиум	
<b>Модуль 2. ИК и КР спектроскопия</b>										
1	ИК спектроскопия	9			4	4		9	Устный опрос, письменный опрос, тестирование	
2	КР спектроскопия	9			6	4		9	Устный опрос, письменный опрос, тестирование	
	<i>Итого по модулю 2:</i> ВСЕГО		36 72		10 18	8 18		18 36	коллоквиум зачет	

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам

##### Модуль 1. Общие сведения о спектрах

**Тема 1.** Предмет и задачи курса. Спектроскопия как средство исследования органических молекул.

Сравнительная характеристика различных видов молекулярной спектроскопии (ИК, УФ, КР), ядерной спектроскопии (ЯМР, ЯКР), спектроскопии ЭПР и использование их как средств исследования органических

соединений. Применение ЭВМ для установления строения органических соединений.

**Тема 2.** Характеристика электромагнитного излучения. Законы поглощения света.

Характеристика электромагнитного излучения. Основные параметры: длина волны, частота, волновое число. Область оптических спектров: ИК-область, видимая и ультрафиолетовая. Законы поглощения света. Объединенный закон Ламберта-Бэра. Способы изображения спектров поглощения.

### **Модуль 2. ИК и КР спектроскопия**

**Тема 3.** ИК спектроскопия.

Происхождение спектров. Колебания и спектры двух- и многоатомных молекул. Число полос в спектре. Нормальные колебания. Скелетные и групповые частоты. Связь колебательных спектров со строением органических соединений. Анализ частот некоторых групп. Экспериментальные данные по классам органических соединений.

**Тема 4.** КР спектроскопия.

Общие сведения о спектроскопии комбинационного рассеяния (СКР). Происхождение спектров СКР и необходимость их применения для полной характеристики колебаний молекул.

#### **2.3. Лабораторные занятия**

№№ и названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
<b>Лабораторная работа №1. Исследования структуры органических молекул</b>		
Раздел 1. Общие сведения о спектрах Тема 1. Предмет и задачи курса. Спектроскопия как средство исследования органических молекул	Целью является сравнение различных видов молекулярной спектроскопии (ИК, УФ, КР), ядерной спектроскопии (ЯМР, ЯКР), спектроскопии ЭПР	Получение общих представлений о различных методах определения структуры органических соединений.
<b>Лабораторная работа №2. Характеристика электромагнитного излучения</b>		
Раздел 1. Общие сведения о спектрах Тема 2. Характеристика электромагнитного излучения. Законы поглощения света.	Целью является изучение основных характеристик электромагнитного излучения.	Получение общих знаний об электромагнитном излучении и его взаимодействии с веществом.
<b>Лабораторная работа №3. Изучение работы инфракрасного спектрометра</b>		
Раздел 2. ИК и КР спектроскопия	Целью является изучение назначения,	Получение общих знаний о работе

Тема 3. ИК спектроскопия	принципа работы и основных характеристик инфракрасного спектрометра.	спектрометра. Идентификация органических соединений по ИК спектрам
Лабораторная работа №4. Изучение работы КР спектрометра		
Раздел 2. ИК и КР спектроскопия Тема 4. КР спектроскопия	Целью является изучение назначения, принципа работы и основных характеристик КРС спектрометра.	Получение общих знаний о работе спектрометра. Идентификация органических соединений по КР спектрам.

## 5. Образовательные технологии

Освоение программы предусматривает аудиторные занятия (лекции, семинары и практические работы), включающие интерактивные формы освоения учебного материала и самостоятельную работу, связанную с применением методов органического синтеза для решения проблем диссертационного исследования. Для повышения усвоения материала лекции сопровождаются визуальными материалами в виде слайдов, подготовленных с использованием современных компьютерных технологий (программный пакет презентаций Microsoft Office Powerpoint), проецируемых на экран с помощью видеопроектора, а также результатов компьютерного моделирования физико-химических процессов. Практическое закрепление полученных знаний поводится в научной лаборатории в ходе участия обучаемых в научной работе и выполнения исследовательских проектов. Виды самостоятельной работы: в домашних условиях, в библиотеке, на компьютерах с доступом к базам данных и ресурсам Интернет, в лабораториях с доступом к лабораторному оборудованию и приборам. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное и научное программное обеспечение. В ходе самостоятельной работы проводится анализ литературных данных, составление подборки статей из научных журналов по применению методов органического синтеза для получения биоорганических соединений.

## 6. Учебно - методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### 6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
3. Решение задач.
4. Подготовка к коллоквиуму.
5. Поиск в Интернете дополнительного материала
6. Подготовка к зачету.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1.	Изучение рекомендованной литературы.	Устный опрос по разделам дисциплины.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
2.	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
3.	Решение задач	Проверка домашних задач.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
4.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
5.	Поиск в Интернете дополнительного материала	Прием реферата и выступление с докладом	См. разделы 6.2, 7.3, 8, 9 данного документа.
6.	Подготовка к зачету	Устный опрос, либо компьютерное тестирование.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение задач.
3. Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.

*Текущий контроль* успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале.

*Промежуточный контроль* проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся теоретические вопросы и задачи.

*Итоговый контроль* проводится либо в виде устного экзамена, либо в форме тестирования.

Оценка “отлично” ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка “хорошо” ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка “удовлетворительно” ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка “неудовлетворительно” ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом.



### 6.2. Примерный перечень рефератов

1. Исторический очерк формирования спектральных исследований в органической химии.
2. Общая характеристика электромагнитного спектра.
3. Особенности ИК- спектральных характеристик ароматических соединений.
4. Происхождение спектров комбинационного рассеяния.
5. Эмпирические правила вычисления  $\nu_{max}$  полос поглощения в сопряженных системах.

### 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ПК-1	Знать: методы научных исследований, методики проведения исследований, современные приборы и аппараты для проведения исследований, способы подготовки проб.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты в области молекулярной спектроскопии органических соединений.	Письменный опрос, коллоквиум
	Владеть: навыками научного исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты.	Круглый стол, деловая игра
ПК-2	Знать: основные принципы работы ИК и КР спектрометров.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: использовать аппаратуру ИК и КР спектроскопии для исследования органических соединений.	Письменный опрос, коллоквиум
ПК-5	Владеть: базовыми навыками использования современной аппаратуры ИК и КР спектроскопии при проведении научных исследований.	Круглый стол, деловая игра
	Знать: современные научные методы приобретения новых знаний и их анализа.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: анализировать научную литературу по ИК и КР спектроскопии органических соединений с целью выбора направления исследования для решения задач,	Письменный опрос, коллоквиум

	имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций.	
	Владеть: основами современных научных методов.	Круглый стол, деловая игра

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ПК-1 – “Способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты”

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-1	Знать: методы научных исследований, методики проведения исследований, современные приборы и аппараты для проведения исследований, способы подготовки проб.	Имеет общие представления об основах спектроскопии.	Знает основные теоретические вопросы и проблемы молекулярной спектроскопии, методики проведения исследований, современные приборы.	Обладает знаниями высокого уровня о методах научных исследованиях, о методиках проведения исследований.
	Уметь: проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты в области молекулярной спектроскопии органических соединений.	Обладает общими представлениями в области молекулярной спектроскопии органических соединений.	Хорошо описывает принципы работы ИК и КР спектрометров. Имеет представление о строении, симметрии и физико-химических свойствах веществ.	Умеет проводить комплексный спектроскопический анализ и исследование структуры органических веществ.
	Владеть: навыками научного исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты.	Частично владеет методологией физико-химического анализа.	Владеет навыками научного исследования по сформулированной тематике. Допускает некоторые неточности.	Владеет в полном объеме навыками научного исследования.

ПК-2 «Владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-2	Знать: основные принципы работы ИК и КР спектрометров.	Имеет общие представления об ИК и КР спектрометрах.	Обладает знаниями о принципах работы ИК и КР спектрометров. Допускает некоторые неточности.	Владеет в полном объеме.
	Уметь: использовать аппаратуру ИК и КР спектроскопии для исследования органических соединений.	Слабо умеет использовать аппаратуру ИК и КР спектроскопии для исследования органических соединений.	Умеет использовать аппаратуру ИК и КР спектроскопии для исследования органических соединений. Допускает некоторые неточности.	Владеет в полном объеме.
	Владеть: базовыми навыками использования современной аппаратуры ИК и КР спектроскопии при проведении научных исследований.	Частично владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры ИК и КР спектроскопии при проведении научных исследований.	Владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры ИК и КР спектроскопии при проведении научных исследований. Допускает небольшие неточности.	Владеет в полном объеме.

ПК-5 «Способностью приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-5	Знать: современные научные методы приобретения новых знаний и их анализа.	Имеет общие представления об основах современных методов спектроскопии	Хорошо знает об основах современных методов спектроскопии	Владеет в полном объеме.
	Уметь: анализировать научную литературу по ИК и КР спектроскопии органических соединений с целью выбора направления исследования	Умеет анализировать научную литературу на удовлетво-	Хорошо умеет анализировать научную литературу по ИК и КР	Владеет в полном объеме.

дования для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций.	рительном уровне.	спектроскопии органических соединений.	
Владеть: основами современных научных методов.	Незначительно владеет основами современных научных методов.	Владеет основами современных научных методов. Допускает неточности.	Владеет в полном объеме.

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания.

#### Формы контроля и критерии оценок

Формы и виды самостоятельной работы студентов по дисциплине устанавливаются следующие:

- самостоятельное изучение дополнительных тем с последующим разбором на лабораторных занятиях;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- отчет по лабораторным занятиям;
- подготовка к коллоквиуму;
- подготовка к зачету.

Формы контроля: текущий контроль (систематический учет знаний и активность студентов на занятиях), промежуточный контроль по модулю (рубежная контрольная работа по пройденному блоку тем) и итоговой контроль (экзамен). Текущий контроль осуществляется в виде устного опроса, тестирования, проведения коллоквиума, обсуждения реферата, проверки домашнего задания.

Оценка текущего контроля включает 70 баллов:

- активность на семинарском занятии (20 баллов),
- выполнение домашнего задания (20 баллов),
- тестирования на семинарах (30 баллов).

Промежуточный контроль (в виде контрольной работы или коллоквиума) оценивается в 30 баллов.

Итоговый контроль (100 баллов) проводится в виде устного собеседования или в виде письменного теста, содержащего вопросы по всем разделам курса “Химии гетероциклических соединений”, изучавшимся в процессе семестра. Среднее число баллов по всем модулям, которое дает право получения положительной оценки без итогового контроля знаний – 51 и выше

## Вопросы по текущему контролю

### Модуль 1. Общие сведения о спектрах

1. Дайте определение термину «волновое число».
2. Что выражает собой термин «волновое число»?
3. Что называют оптической плотностью?
4. Напишите выражение для закона Ламберта – Бера.
5. Дайте определение молярному коэффициенту поглощения.
6. От каких факторов зависит точное положение максимума поглощения?
7. Укажите границы области инфракрасной спектроскопии.
8. Переведите область длин волн от 25 до 2,5 мкм в волновые числа.

### Модуль 2. ИК и КР спектроскопия

1. Чем отличается ИК и КР спектроскопия?
2. Почему инфракрасные спектры называют колебательными?
3. На что следует обращать внимание, если снимается ИК-спектр твердого вещества в виде раствора?
4. Какое значение имеют характеристические частоты в ИК-спектроскопии?
5. Какое значение имеют характеристические частоты в КР-спектроскопии?
6. Какие группы атомов называют хромофорами?

### Контрольные вопросы к итоговому контролю

Билеты к итоговому контролю формируются из вопросов к текущему контролю и задачам. В каждый билет входят 4 вопроса – 2 по теории и 2 задачи.

### Примерные тестовые задания

**Задание №1.** Кто и когда открыл ИК излучение?

- а) М.В. Ломоносов в 1740 г.
- б) У. Гершель в 1800 г.

**Задание №2.** Какие диапазоны электромагнитного спектра отвечают методам оптической спектроскопии?

- а) микроволновое и радиоволновое излучение,
- б) гамма-лучи и рентгеновское излучение,
- в) УФ, видимое и ИК излучение

**Задание №3.** Чем поглощательная спектроскопия отличается от эмиссионной спектроскопии?

- а) одно и то же,
- б) эмиссионная спектроскопия – это упругое рассеяние падающего свет,
- в) при эмиссионной спектроскопии происходит испускание энергии веществом, в отличие от поглощательной спектроскопии.

**Задание №4.** Каковы основные причины светопотерь в полимерном световоде?

- а) поглощение и рассеяние света,
- б) нарушение закона полного внутреннего отражения,
- в) влияние атмосферной влаги и температуры,
- г) механодеструкция,

**Задание №5.** Каковы виды упругого рассеяния света?

- а) комбинационное и бриллюэновское.
- б) релеевское, дифракционное и рассеяние Ми.

**Задание №6.** Что такое характеристические ИК полосы поглощения?

- а) ИК полосы, отвечающие определенным колеблющимся химическим группам и, независимо от различных исследуемых веществ, лежащих на определенных частотах.
- б) характеризуют валентную связь,
- в) присутствуют в блочных полимерах,
- г) связаны с определенной конформацией молекулярной цепи

**Задание №7.** На каком законе основан количественный ИК спектральный анализ?

- а) на законе полного внутреннего отражения света,
- б) на рассеяния света по закону Рэля
- в) на законе Бугера-Ламберта-Бера.

**Задание №8.** Какие конкретные задачи решает ИК спектральный анализ полимеров?

- а) аналитические, структурные, химические и технологические,
- б) визуализация изображения
- в) изучение механических, реологических и др. свойств полимеров,

**Задание №9.** Какому из приведенных ниже соединений соответствуют данные ИК-спектра, см<sup>-1</sup>: 3050, 2220, 1600, 1500, 1510, 1480, 858, 830, 730

- а) п-нитробензамид
- б) нитрил м-аминобензойная кислота
- в) нитрил п-нитрофенилуксусная кислота

**Задание №10.** Какому из приведенных ниже соединений соответствуют данные ИК-спектра, см<sup>-1</sup>: 3200-3000, 1680, 1620, 1580, 1500, 1450, 980, 935, 765, 708

- а) фенилуксусная кислота
- б) амид п-хлоркоричной кислоты
- в) коричная кислота

**Задание №11.** Какому из приведенных ниже соединений соответствуют данные ИК-спектра, см<sup>-1</sup>: 3320, 2940, 1600, 1460, 1380, 1210

- а) бензиловый спирт
- б) пропиловый спирт
- в) уксусная кислота

**Задание №12.** Какому из приведенных ниже соединений соответствуют данные ИК-спектра, см<sup>-1</sup>: 2870, 2220, 1465, 1420, 1380, 1200

- а) п-метоксибензнитрил
- б) ацетиленкарбоновая кислота
- в) нитрил метоксипропионовой кислоты

**Задание №13.** Какому из приведенных ниже соединений соответствуют данные ИК-спектра, см<sup>-1</sup>: 3280, 2940, 1460, 1375, 1355

- а) диметилкарбинол
- б) п-хлорбензойная кислота
- в) диметиланилин

**Задание №14.** Какому из приведенных ниже соединений соответствуют данные ИК-спектра, см<sup>-1</sup>: 2940, 2230, 1440, 1380

- а) нитрил фенилуксусной кислоты
- б) нитрил пропионовой кислоты
- в) ацетиленкарбоновая кислота<sup>17</sup>

### Контрольные вопросы к зачету

1. Вращательные, колебательные и электронные степени свободы молекул.
2. Микроволновая спектроскопия.
3. Инфракрасная (ИК) спектроскопия.
4. Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР).
5. Активность колебаний молекул в ИК спектрах.
6. Активность колебаний молекул в спектрах КР.
7. Изменение вектора дипольного момента при молекулярных колебаниях.
8. Изменение тензора поляризуемости при молекулярных колебаниях.
9. Молекула как ангармонический осциллятор.
10. Колебания многоатомных молекул. Нормальные колебания.
11. Поляризационные измерения.
12. Изотропная компонента спектра КР.
13. Анизотропная компонента спектра КР.
14. Форма спектральной линии.
15. Релаксация колебательно-возбужденных состояний молекул.
16. Связь ширины спектральной линии и времени релаксации.
17. Фурье-преобразование спектральной полосы.
18. Симметрия молекулярных колебаний.
19. Типы спектральных приборов
20. Методика и техника измерений спектров отражения и НПВО.
21. Техника спектроскопических измерений при низких температурах.
22. Техника спектроскопических измерений при высоких температурах.
23. Релаксационная функция.
24. Молекулярная релаксация в газах.
25. Естественная ширина спектральной линии (тормозное уширение).
26. Однородное уширение спектральных линий.
27. Неоднородное уширение спектральных линий.
28. Вращательное движение молекул в конденсированных средах.
29. Свободное вращение.
30. Вращательная диффузия.
31. Вращательное броуновское движение.
32. Изменение ориентации молекулы скачком на большой угол.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **а) основная литература**

1. Пентин Ю. А. Основы молекулярной спектроскопии / Пентин Ю. А., Курамшина Г. М., - М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 398 с
2. Беккер Ю. Спектроскопия. Москва: Техносфера, 2009.

### **б) дополнительная литература**

1. Казицина Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК-, ЯМР-спектроскопии в органической химии. М.: Высш. шк., 1971.
2. Иоффе Б.В. , Костиков Р.Р., Разин В.В. Физические методы определения строения органических молекул. М.: Высш. шк., 1984.
3. Смит А., Прикладная ИК-спектроскопия. М.: Мир, 1982.
4. Колебательная спектроскопия. Современные воззрения. Тенденция развития. М.: Мир, 1981.
5. Фурье-КР и Фурье-ИК спектры полимеров : Справочник / Альберт Харисович Купцов и Герман Николаевич Жижин . - М. : Физматлит, 2001. - 582 с.
6. К. Наканиси, Инфракрасные спектры и строение органических соединений, Мир, Москва, 1967.

## **9. Перечень ресурсов информационно — телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Электронные образовательные ресурсы образовательного сервера ДГУ [elib.dgu.ru](http://elib.dgu.ru).
2. [Url://www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru).
3. Каталог образовательных интернет-ресурсов <http://www.edu.ru/>
4. Химический каталог: Химические ресурсы Рунета <http://www.ximicat.com/>
5. Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru>
6. XuMuK: сайт о химии для химиков <http://www.xumuk.ru/>
7. <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (или его раздела/части), практических и/или семинарских занятий, лабораторных работ (практикумов), и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Методические указания должны мотивировать студента к самостоятельной работе и не подменять учебную литературу.

Указывается перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы,



а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- гlossарий (словарь терминов по тематике дисциплины);
- тезисы лекций,
- раздаточный материал и др.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе могут быть оформлены в виде таблицы с указанием конкретного вида самостоятельной работы:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;
- работа с нормативными документами и законодательной базой; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
- выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий, курсовых работ (проектов);
- решение задач, упражнений;
- написание рефератов (эссе);
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- выполнение переводов на иностранные языки/с иностранных языков;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций ситуации;
- обработка статистических данных, нормативных материалов;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Применение ИК и КР спектроскопии в органической химии» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов.
- Программы пакета Microsoft Office

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

В соответствии с требованиями ГОС кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных и семинарских занятий по потокам студентов. Помещение для лекционных занятий укомплектовано техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

На кафедра также имеется специально оборудованная лаборатория с спектрометром DXR Smart Raman для проведения лабораторных занятий.