

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талорский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Физические методы исследования органических и элементоорганических соединений  
Б1.В.ОД.9

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Химия элементоорганических соединений

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Салин А.В.

**Рецензент(ы):**

Собанов Александр Антонович

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Галкин В. И.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 798417

Казань  
2017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Салин А.В. Кафедра высокомолекулярных и элементоорганических соединений Химический институт им. А.М. Бутлерова, Alexey.Salin@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Физические методы исследования органических и элементоорганических соединений" являются ознакомление учащихся с современными физическими методами идентификации органических и элементоорганических соединений и отработка у них навыков, необходимых для эффективного использования этих методов в исследовательской работе.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина 'Физические методы исследования органических и элементоорганических соединений' относится к вариативной части блока дисциплин Б1.

Современное развитие органической и элементоорганической химии невозможно без использования физических методов исследования, поэтому любой специалист в области химии обязан знать их основные принципы и ограничения. Дисциплина 'Физические методы исследования органических и элементоорганических соединений' включает материал, необходимый для использования наиболее распространенных спектральных методов - УФ-, ИК-, КР-, ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии - в решении структурных задач органической и элементоорганической химии. Она является логическим продолжением курсов органической и элементоорганической химии. Для освоения дисциплины необходимо знание теоретических основ органической и элементоорганической химии, а также курса математики и общей физики.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7 (общекультурные компетенции)	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях
ПК-3 (профессиональные компетенции)	владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5 (профессиональные компетенции)	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
ПСК-1	способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия в профессиональной деятельности в соответствии с выбранной специализацией
ПСК-2	владением навыками химического эксперимента, основными методами получения и исследования химических веществ, используемыми в профессиональной деятельности в соответствии с выбранной специализацией

В результате освоения дисциплины студент:

3. должен владеть:

4. должен продемонстрировать способность и готовность:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать способность и готовность использовать современные физические методы исследования (ИК-, УФ-, ЯМР-спектроскопию, масс-спектрометрию) для решения задач, связанных с установлением структуры органических и элементоорганических соединений.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Понятие спектроскопии. Оптическая спектроскопия и ее виды.	8	1	0	0	2	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Электронная абсорбционная спектроскопия. Законы поглощения света.	8	1-2	0	2	6	Устный опрос
3.	Тема 3. Колебательные спектры молекул. ИК спектроскопия. Спектроскопия КР.	8	2-4	0	2	16	
4.	Тема 4. Понятие ЯМР. Спектры ЯМР <sup>1</sup> H.	8	4-5	0	2	2	
5.	Тема 5. Мультиплетность сигналов в спектре ЯМР. Спектры первого порядка.	8	5-6	0	2	2	Устный опрос
6.	Тема 6. Понятие о магнитной эквивалентности.	8	6-7	0	2	2	Устный опрос
7.	Тема 7. Влияние молекулярной симметрии и хиральности на спектры ЯМР.	8	8	0	2	2	
8.	Тема 8. Физическая основа ЯМР эксперимента. Релаксация и ее механизмы. Спектроскопия ЯМР <sup>13</sup> C.	8	9-10	0	2	2	Устный опрос
9.	Тема 9. Спектроскопия ЯМР <sup>31</sup> P, <sup>13</sup> C, <sup>19</sup> F.	8	10-11	0	2	2	
10.	Тема 10. Специальные методики ЯМР. Спиновая развязка. Понятие двумерной ЯМР спектроскопии. Методы COSY и NOESY.	8	11-12	0	4	2	Контрольная работа
11.	Тема 11. Физические основы масс-спектрометрии.	8	12-14	0	4	2	Устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			0	24	40	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Понятие спектроскопии. Оптическая спектроскопия и ее виды.

#### *лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Оптическая спектроскопия и ее виды. Природа излучения и виды его взаимодействия с веществом, энергетические переходы в атомах и молекулах. Правила отбора. Области применения спектральных методов в химии.

### Тема 2. Электронная абсорбционная спектроскопия. Законы поглощения света.

#### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Законы поглощения света. Способы представления спектров поглощения. Связь электронных спектров поглощения со строением органических соединений. Хромофорные группы.

#### *лабораторная работа (6 часа(ов)):*

Использование электронной спектроскопии для установления строения органических соединений.

### Тема 3. Колебательные спектры молекул. ИК спектроскопия. Спектроскопия КР.

#### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Типы и число колебаний в молекуле. Взаимодействие колебаний в молекуле. Водородная связь. Аппаратура и подготовка образцов в инфракрасной спектроскопии. Диспергирующий ИК-спектрометр. ИК-спектрометр с преобразованием Фурье (интерферометр). Подготовка пробы. Интерпретация ИК-спектров. ИК-спектры различных классов соединений.

#### *лабораторная работа (16 часа(ов)):*

Общие правила интерпретации ИК-спектров. Характеристические групповые частоты органических молекул: нормальные алканы, разветвленные алканы, алкены, алкины, арены, спирты и фенолы, простые эфиры, кетоны, альдегиды, карбоновые кислоты, сложные эфиры, галогенангидриды кислот, ангидриды карбоновых кислот, амиды, амины, нитрилы, нитросоединения, органические соединения серы, галогенсодержащие органические соединения, фосфорорганические соединения.

### Тема 4. Понятие ЯМР. Спектры ЯМР $^1\text{H}$ .

#### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Понятие ЯМР. Спектры ЯМР  $^1\text{H}$ . Химический сдвиг. Интегральная интенсивность сигнала ЯМР. Факторы, влияющие на химический сдвиг.

#### *лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Общие принципы анализа спектров ЯМР.

### Тема 5. Мультиплетность сигналов в спектре ЯМР. Спектры первого порядка.

#### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Мультиплетность сигналов в спектре ЯМР. Спектры первого порядка. Спин-спиновое взаимодействие, правило  $2nI+1$ . Треугольник Паскаля.

#### *лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Константы спин-спинового взаимодействия.

### Тема 6. Понятие о магнитной эквивалентности.

#### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Понятие о магнитной эквивалентности. Пределы применимости правил первого порядка. Влияние рабочей частоты спектрометра на вид спиновых мультиплетов. Номенклатура спиновых систем.

#### *лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Наиболее распространенные спиновые системы  $\text{AmXn}$ .

### Тема 7. Влияние молекулярной симметрии и хиральности на спектры ЯМР.

#### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Влияние молекулярной симметрии на спектры ЯМР.

#### *лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Влияние хиральности на спектры ЯМР.

### **Тема 8. Физическая основа ЯМР эксперимента. Релаксация и ее механизмы.**

#### **Спектроскопия ЯМР <sup>13</sup>C.**

##### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Физическая основа ЯМР эксперимента. Релаксация и ее механизмы.

##### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Спектроскопия ЯМР <sup>13</sup>C. Ядерный эффект Оверхаузера.

### **Тема 9. Спектроскопия ЯМР <sup>31</sup>P, <sup>13</sup>C, <sup>19</sup>F.**

##### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Спектроскопия ЯМР <sup>31</sup>P, <sup>13</sup>C, <sup>19</sup>F.

##### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Применение ЯМР для исследования динамических процессов в растворах органических соединений.

### **Тема 10. Специальные методики ЯМР. Спиновая развязка. Понятие двумерной ЯМР спектроскопии. Методы COSY и NOESY.**

##### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Специальные методики ЯМР. Спиновая развязка. Лантаноидные сдвигающие реагенты. Понятие двумерной ЯМР спектроскопии.

##### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Методы COSY и NOESY.

### **Тема 11. Физические основы масс-спектрометрии.**

##### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Физические основы масс-спектрометрии. Блок-схема масс-спектрометра. Основные методы ионизации. Электронный удар, химическая ионизация, электроспрей, MALDI.

##### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Правила интерпретации масс-спектров.

## **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

<b>N</b>	<b>Раздел Дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Неделя семестра</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоемкость (в часах)</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы</b>
1.	Тема 1. Понятие спектроскопии. Оптическая спектроскопия и ее виды.	8	1	подготовка к устному опросу	7	устный опрос
2.	Тема 2. Электронная абсорбционная спектроскопия. Законы поглощения света.	8	1-2	подготовка к устному опросу	7	устный опрос
5.	Тема 5. Мультиплетность сигналов в спектре ЯМР. Спектры первого порядка.	8	5-6	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
6.	Тема 6. Понятие о магнитной эквивалентности.	8	6-7	подготовка к устному опросу	4	устный опрос



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Физическая основа ЯМР эксперимента. Релаксация и ее механизмы. Спектроскопия ЯМР 13С.	8	9-10	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
9.	Тема 9. Спектроскопия ЯМР 31Р, 13С, 19F.	8	10-11	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
10.	Тема 10. Специальные методики ЯМР. Спиновая развязка. Понятие двумерной ЯМР спектроскопии. Методы COSY и NOESY.	8	11-12	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
11.	Тема 11. Физические основы масс-спектрометрии.	8	12-14	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
	Итого				44	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В ходе преподавания дисциплины 'Физические методы исследования органических и элементоорганических соединений' используются различные виды учебной работы: лекции, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа студента. Лекционные занятия по указанной дисциплине сопровождаются компьютерными презентациями. Занятия лекционного типа составляют 37% от общего числа аудиторных занятий. В рамках практических занятий предусмотрено использование соответствующих компьютерных программ для демонстрации работы с ИК- и ЯМР-спектрами органических и элементоорганических соединений. В ходе лабораторных занятий студентам предлагается самостоятельно провести полный разбор спектров с целью идентификации конкретных органических и элементоорганических соединений.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Понятие спектроскопии. Оптическая спектроскопия и ее виды.

устный опрос , примерные вопросы:

Законы светопоглощения

### Тема 2. Электронная абсорбционная спектроскопия. Законы поглощения света.

устный опрос , примерные вопросы:

Законы светопоглощения Виды электромагнитного излучения и типы спектроскопии

### Тема 3. Колебательные спектры молекул. ИК спектроскопия. Спектроскопия КР.

### Тема 4. Понятие ЯМР. Спектры ЯМР 1H.

### Тема 5. Мультиплетность сигналов в спектре ЯМР. Спектры первого порядка.

устный опрос , примерные вопросы:



Обсуждение вопросов: Возникновение сигналов в спектрах ЯМР. Химический сдвиг. Интегральная интенсивность сигнала ЯМР. Факторы, влияющие на химический сдвиг. Общие принципы анализа спектров ЯМР.

#### **Тема 6. Понятие о магнитной эквивалентности.**

устный опрос , примерные вопросы:

Обсуждение вопросов: Пределы применимости правил первого порядка. Влияние рабочей частоты спектрометра на вид спиновых мультиплетов. Номенклатура спиновых систем. Наиболее распространенные спиновые системы  $AmXn$ .

#### **Тема 7. Влияние молекулярной симметрии и хиральности на спектры ЯМР.**

#### **Тема 8. Физическая основа ЯМР эксперимента. Релаксация и ее механизмы. Спектроскопия ЯМР $^{13}C$ .**

устный опрос , примерные вопросы:

Обсуждение вопросов: Основные методики получения спектров ЯМР. Релаксация и ее механизмы. Спектроскопия ЯМР  $^{13}C$ . Ядерный эффект Оверхаузера. Применение ЯМР для исследования динамических процессов в растворах органических соединений.

#### **Тема 9. Спектроскопия ЯМР $^{31}P$ , $^{13}C$ , $^{19}F$ .**

устный опрос, примерные вопросы:

Расшифровка спектров ЯМР  $^{31}P$ ,  $^{13}C$ ,  $^{19}F$ .

#### **Тема 10. Специальные методики ЯМР. Спиновая развязка. Понятие двумерной ЯМР спектроскопии. Методы COSY и NOESY.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Задание 1. В спектре ЯМР  $^1H$  хлороформа, *p*-диметилбензола и 1,4-диоксана присутствуют четыре сигнала с химическими сдвигами 2.25, 3.70, 7.00 и 7.24 м.д. и относительной интенсивностью 6:5:4:3 соответственно. Определите количественный состав смеси. Задание 2. Какие спиновые системы (в обозначении Попла) присутствуют в следующих соединениях? Укажите химически и магнитно-эквивалентные протоны, энантиотопные и диастереотопные протоны. Задание 3. Приведен спектр ЯМР  $^1H$  спиновой системы  $AaMmXx$ , зарегистрированный на приборе с рабочей частотой 300 МГц. Определите тип спиновой системы (*a*, *m* и *x*), константы спин-спинового взаимодействия, химические сдвиги ядер. Представьте схему расщепления мультиплетов в виде генеалогического дерева с указанием относительной интенсивности линий в мультиплетах. Задание 4. По данным ИК- и ЯМР-  $^1H$  спектров определите структуру соединения с брутто-формулой  $C_8H_{10}O_2$ .

#### **Тема 11. Физические основы масс-спектрометрии.**

устный опрос , примерные вопросы:

Обсуждение вопросов: Основные методы ионизации. Электронный удар, химическая ионизация, электроспрей, MALDI. Правила интерпретации масс-спектров.

#### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы для самостоятельной работы студентов:

1. Основные современные физические методы исследования органических и элементоорганических соединений и их назначение.
2. Электромагнитный спектр, его области и процессы, происходящие в веществе при его взаимодействии с той или иной областью электромагнитного излучения.
3. Электронная спектроскопия: физические основы метода.
4. Электронная спектроскопия: типы электронных переходов в молекулах и их области, правила запрета, виды "сдвигов" полос в электронных спектрах.
5. Связь электронных спектров со строением молекул.
6. Колебательная спектроскопия, ее виды и их физические принципы. Отличия ИК и КРС спектроскопии, правило альтернативного запрета.

7. Виды колебаний в ИК спектроскопии, зависимость положения и интенсивности полос в ИК-спектрах от характера химической связи и природы участвующих в ней атомов.
8. Характеристические полосы и их диапазоны для наиболее распространенных функциональных групп. Дактилоскопическая область в ИК спектрах и ее информационная роль. Связь ИК спектров со строением молекул.
9. Масс-спектрометрия. Физические основы метода. Правила дефрагментации молекул. Связь масс-спектров со строением молекул.
10. ЯМР спектроскопия и ее физические основы. Химические сдвиги и константы спин-спинового взаимодействия. Связь ЯМР спектров со строением молекул.

#### Вопросы для зачета

1. Понятие спектроскопии. Оптическая спектроскопия и ее виды. Природа излучения и виды его взаимодействия с веществом, энергетические переходы в атомах и молекулах.
2. Хромофорные группы. Использование электронной спектроскопии для установления строения органических соединений.
3. Электронная абсорбционная спектроскопия. Способы представления спектров поглощения.
4. Законы поглощения света.
5. Правила отбора. Области применения спектральных методов в химии.
6. Связь электронных спектров поглощения со строением органических соединений.
7. Колебательные спектры молекул. ИК спектроскопия.
8. Используемая аппаратура и методика регистрации ИК спектров.
9. Основные характеристические частоты поглощения в ИК спектрах и их применение для определения функциональных групп в составе органических и элементоорганических соединений.
10. Спектроскопия КР. Основные характеристические частоты поглощения и их применение для определения функциональных групп в составе органических и элементоорганических соединений.
11. Колебательное взаимодействие и обертоны. Факторы, влияющие на частоту и интенсивность поглощения. Общая методика анализа ИК и КР спектров.
12. Понятие ЯМР. Спектры ЯМР  $^1\text{H}$ .
13. Факторы, влияющие на химический сдвиг. Общие принципы анализа спектров ЯМР.
14. Физическая основа ЯМР эксперимента.
15. Мультиплетность сигналов в спектре ЯМР. Спектры первого порядка. Спин-спиновое взаимодействие. Треугольник Паскаля.
16. Влияние молекулярной симметрии и хиральности на спектры ЯМР.
17. Релаксация в ЯМР и ее механизмы.
18. Применение ЯМР для исследования динамических процессов в растворах органических соединений.
19. Понятие о магнитной эквивалентности. Пределы применимости правил спектров первого порядка. Номенклатура спиновых систем.
20. Спектроскопия ЯМР  $^{13}\text{C}$ .
21. Специальные методики ЯМР. Спиновая развязка. Лантаноидные сдвигающие реагенты.
22. Ядерный эффект Оверхаузера.
23. Влияние рабочей частоты спектрометра на вид спиновых мультиплетов в ЯМР.
24. Константы спин-спинового взаимодействия. Наиболее распространенные спиновые системы  $\text{AmXn}$ .
25. Физические основы масс-спектрометрии.
26. Блок-схема масс-спектрометра.
27. Основные методы ионизации. Электронный удар, химическая ионизация, электроспрей, MALDI.
28. Правила интерпретации масс-спектров.

### 7.1. Основная литература:

1. Семчиков, Ю.Д. Введение в химию полимеров: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению ВПО 020100 'Химия' и специальности 020201 'Фундаментальная и прикладная химия' / Ю.Д. Семчиков, С.Ф. Жильцов, С.Д. Зайцев. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012. - 222 с.  
Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5842](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5842)
2. Кленин В.И., Федусенко И.В. Высокомолекулярные соединения: учебник. [Электронный ресурс] - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург, 2013. - 512 с.  
Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5842](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5842)
3. Семчиков Ю. Д. Введение в химию полимеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2014. ? 223 с. ?  
Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4036](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4036) ? Загл. с экрана.
4. Эльшенбройх К. Металлоорганическая химия [Электронный ресурс] : . ? Электрон. дан. ? М. : 'Лаборатория знаний' (ранее 'БИНОМ. Лаборатория знаний'), 2014. ? 745 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50536](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50536) ? Загл. с экрана.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Каратаева Ф.Х., Клочков В.В. Спектроскопия ЯМР в органической химии. Часть I. 2013. (Для студентов и аспирантов химического и биологического факультетов) Подробности: [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=68614](http://kpfu.ru/publication?p_id=68614)
2. Стойков, И.И. Основы хроматографии : [учебное пособие] / Стойков И. И., Стойкова Е. Е. ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова .? Казань : [Казанский университет], 2010 .? 155 с.
3. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учеб. для студентов вузов, обучающихся по спец. 011000 'Химия' и направлению 510500 'Химия' / Ю.Д. Семчиков. ?3-е изд., стер..?Москва: Академия, 2006. ?366, [1] с

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- база данных ИК-спектров - <http://www.ftirsearch.com>  
база данных масс-спектров - <http://www.massbank.jp>  
база данных ЯМР-спектров - <http://www.nmrdb.org>  
последние достижения в области спектральных методов - <http://www.spectroscopynow.com>  
электронная библиотечная система - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5842](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5842)  
электронная библиотечная система - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4036](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4036)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физические методы исследования органических и элементоорганических соединений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает использование персонального портативного компьютера (ноутбука) с необходимым программным обеспечением, LCD проектора и мультимедийного экрана.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации Химия элементоорганических соединений .

Автор(ы):

Салин А.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Собанов Александр Антонович \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.