

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



Проф. Минзарипов Р.Г.

подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Физические методы исследования органических и элементарорганических соединений Б3.В.5

Направление подготовки: 020100.62 - Химия

Профиль подготовки: Химия высокомолекулярных и элементоорганических соединений

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Салин А.В.

**Рецензент(ы):**

Собанов А.А.

**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 721615

Казань  
2014

## 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) старший преподаватель, 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 "Б3.В.5 Профессиональный" основной образовательной программы 020100.62 Химия и относится к вариативной части. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина "Физические методы исследования органических и элементоорганических соединений" относится к вариативной части профессионального блока Б3.

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   |
|--|---|
| ПК-6<br>(профессиональные компетенции) | владеет навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов; |
| ПК-7<br>(профессиональные компетенции) | имеет опыт работы на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях;  |
| ПК-8<br>(профессиональные компетенции) | владеет методами регистрации и обработки результатов химически экспериментов;                             |

В результате освоения дисциплины студент:

3. должен владеть:

4. должен демонстрировать 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<br>Дисциплины/<br>Модуля  | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|----|--|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|    |  |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 1. | Тема 1. Понятие спектроскопии. Оптическая спектроскопия и ее виды.         | 8       | 1                  | 0   | 0                       | 2                      | устный опрос              |
| 2. | Тема 2. Электронная абсорбционная спектроскопия. Законы поглощения света.  | 8       | 1-2                | 0   | 2                       | 2                      | устный опрос              |
| 3. | Тема 3. Колебательные спектры молекул. ИК спектроскопия. Спектроскопия КР. | 8       | 2-4                | 0   | 2                       | 16                     | контрольная работа        |
| 4. | Тема 4. Понятие ЯМР. Спектры ЯМР 1H.                                       | 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                      |                           |

| N   | Раздел Дисциплины/ Модуля   | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Текущие формы контроля |
|-----|---|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|     |   |         |                 | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 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  | 2                    | 2                   | контрольная работа     |
| 11. | Тема 11. Физические основы масс-спектрометрии.  | 8       | 12-14           | 0  | 6                    | 6                   | 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 (2 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  $A_mX_n$ .

#### **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 $^{13}\text{C}$ .**

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

Физическая основа ЯМР эксперимента. Релаксация и ее механизмы.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Спектроскопия ЯМР  $^{13}\text{C}$ . Ядерный эффект Оверхаузера.

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

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

Спектроскопия ЯМР  $^{31}\text{P}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$ .

**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 (2 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 (6 часа(ов)):**

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

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Правила интерпретации масс-спектров.

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

| N   | Раздел Дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|-----|---|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1.  | Тема 1. Понятие спектроскопии. Оптическая спектроскопия и ее виды.  | 8       | 1               | подготовка к устному опросу           | 4                      | устный опрос                          |
| 2.  | Тема 2. Электронная абсорбционная спектроскопия. Законы поглощения света.                                       | 8       | 1-2             | подготовка к устному опросу           | 6                      | устный опрос                          |
| 3.  | Тема 3. Колебательные спектры молекул. ИК спектроскопия. Спектроскопия КР.                                      | 8       | 2-4             | подготовка к контрольной работе       | 6                      | контрольная работа                    |
| 5.  | Тема 5. Мультиплетность сигналов в спектре ЯМР. Спектры первого порядка.  | 8       | 5-6             | подготовка к устному опросу           | 6                      | устный опрос                          |
| 6.  | Тема 6. Понятие о магнитной эквивалентности.  | 8       | 6-7             | подготовка к устному опросу           | 6                      | устный опрос                          |
| 8.  | Тема 8. Физическая основа ЯМР эксперимента. Релаксация и ее механизмы. Спектроскопия ЯМР <sup>13</sup> C.       | 8       | 9-10            | 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.

Контрольные вопросы к курсу "Физические методы исследования ЭОС"

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.

## 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:

Обсуждение вопросов: Виды оптической спектроскопии. Природа излучения и виды его взаимодействия с веществом, энергетические переходы в атомах и молекулах. Правила отбора. Области применения спектральных методов в химии. Способы представления спектров поглощения. Связь электронных спектров поглощения со строением органических соединений. Хромофорные группы. Использование электронной спектроскопии для установления строения органических соединений.

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

контрольная работа , примерные вопросы:



Задание 1. а) Какие различия следует ожидать в ИК-спектрах бензонитрила и фенилацетонитрила? б) Какие различия следует ожидать в ИК-спектрах фенилацетилена и дифенилацетилена? Задание 2. Выберите соединение из списка, которое лучше всего соответствует каждому набору частот (в см<sup>-1</sup>) в ИК-спектре (указаны наиболее характеристичные полосы): 1-Нитропропан Бифенил Дифенилсульфон 1,2-Диоксан Бензонитрил Бензойная кислота Муравьиная кислота Изобутиламин Бензамид а. 2900 (с., широкая), 1720 (с., широкая) б. 3350 (с.), 3060 (ср.), 1635 (с.) в. 3080 (сл.), 3000-2800 отсут., 2230 (с.), 1450 (с.), 760 (с.), 688 (с.) г. 3030 (ср.), 730 (с.), 690 (с.) д. 3200-2400 (с.), 1685 (с., широкая), 705 (с.) е. 3380 (ср.), 3300 (ср.), 3200-3000 отсут., 2980 (с.), 2870 (ср.), 1610 (ср.), 900-700 (широкая) ж. 3080 (сл.), 3000-2800 отсутствуют, 1315 (с.), 1300 (с.), 1155 (с.) з. 2955 (с.), 2850 (с.), 1120 (с.) и. 2946 (с.), 2930 (ср.), 1550 (с.), 1386 (ср.)

#### **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 13C.**

устный опрос , примерные вопросы:

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

#### **Тема 9. Спектроскопия ЯМР 31P, 13C, 19F.**

#### **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, п-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 (а, 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 C8H10O2.

#### **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 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. Высокомолекулярные соединения: учеб. для студентов вузов, обучающихся по спец. 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия" / Ю. Д. Семчиков. ?2-е изд., стер..?Москва: Академия, 2005.?366 с.
2. 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 с.

3. 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)
4. Кленин В.И., Федусенко И.В. Высокмолекулярные 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=4036](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4036)
5. Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. Введение в химию полимеров. [Электронный ресурс] - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 224 с.  
Режим доступа: [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)

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Стойков, И.И. Введение в хроматографические методы анализа : Учеб.-метод. пособие для студ. хим. фак. / И.И.Стойков, Е.Е.Стойкова ; Казан. гос. ун-т, Совмест. программа CRDF и М-ва образования России "Фундаментальное образование и высшее образование", Науч.-образов. центр Казан. гос. ун-та "Материалы и технологии XXI века" .? Казань, 2003 .? 161с
2. Каратаева Ф.Х., Клочков В.В. Спектроскопия ЯМР в органической химии. Часть I. [Электронный ресурс], 2013. (Для студентов и аспирантов химического и биологического факультетов) Режим доступа:  
[http://kpfu.ru//staff\\_files/F799149685/SPEKTROSKOPIYa.YaMR.V.ORG..HIMII..Chast.I...New\\_2013.postl..](http://kpfu.ru//staff_files/F799149685/SPEKTROSKOPIYa.YaMR.V.ORG..HIMII..Chast.I...New_2013.postl..)
3. 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.

## 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>  
оборудование по ИК-спектроскопии - <http://www.spectroscopymag.com>  
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 направлению 020100.62 "Химия" и профилю подготовки Химия высокомолекулярных и элементоорганических соединений .

Автор(ы):

Салин А.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Собанов А.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.