

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. Минзарипов Р.Г.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Физические методы исследования органических и элементоорганических соединений С3.В.3

Специальность: 020201.65 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Химия высокомолекулярных и элементоорганических соединений

Квалификация выпускника:

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

Казань  
2013

## 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 "С3.В.3 Профессиональный" основной образовательной программы 020201.65 Фундаментальная и прикладная химия и относится к вариативной части. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

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

В результате освоения дисциплины студент:

3. должен владеть:

"Физические методы исследования органических и элементоорганических соединений".

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать 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	
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	6	16	контрольная работа
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	

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 13С.	8	9-10	0	2	2	устный опрос
9.	Тема 9. Спектроскопия ЯМР 31Р, 13С, 19F.	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	28	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 (6 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
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	4	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	6	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				40	

**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. Тактилоскопическая 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.**

**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. Richards S.A., Hollerton J.C. Essential Practical NMR for Organic Chemistry. N-Y.: John Wiley & Sons Ltd. 2011, 217 p.
2. R.M. Silverstein, F.X. Webster, D.J. Kiemle. Spectrometric Identification of Organic Compounds. N-Y.: John Wiley & Sons Ltd. 2005, 502 p.
3. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии. М.: изд. ЛБЗ. 2003. 320 с.
4. Чижик В.И. Практикум по магнитному резонансу. СПб.: Изд. С-Петербургского университета. 2003. 216 с.

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Браун Д., Флорид А., Сейнзбери М. Спектроскопия органических веществ. М.: Мир. 1992. 305 с.
2. Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР. М.: Мир. 1984. 240 с.
3. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. М.: Высшая школа. 1989. 291 с.
4. Миронов В.А., Янковский С.А. Спектроскопия в органической химии. Сборник задач. М.: Химия. 1985. 232 с.
5. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. М.: Высшая школа. 1971. 264 с.
6. Дероум Э. Современные методы ЯМР для химических исследований. М.: Мир. 1992. 200 с.
7. Herbert C.G., Johnstone R.A.W. Mass spectrometry basics. CRC Press. N-Y.: 2003. 473 p.

## 7.3. Интернет-ресурсы:

база данных ИК-спектров - [www.ftirsearch.com](http://www.ftirsearch.com)  
база данных масс-спектров - [www.massbank.jp](http://www.massbank.jp)  
база данных ЯМР-спектров - [www.nmrdb.org](http://www.nmrdb.org)  
оборудование по ИК-спектроскопии - [www.spectroscopymag.com](http://www.spectroscopymag.com)  
последние достижения в области спектральных методов - [www.spectroscopynow.com](http://www.spectroscopynow.com)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 020201.65 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации Химия высокомолекулярных и элементоорганических соединений .

Автор(ы):

Салин А.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Собанов А.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.