

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.13

Направление подготовки: 04.03.01 - 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 785417

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.13 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.03.01 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-6 (общекультурные компетенции)	способность работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способность к самоорганизации и самообразованию
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ПК-3 (профессиональные компетенции)	владение системой фундаментальных химических понятий

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 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
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 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

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
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 ¹³ C.	8	9-10	0	2	2	Устный опрос
9.	Тема 9. Спектроскопия ЯМР ³¹ P, ¹³ C, ¹⁹ 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 ^1H .

практическое занятие (2 часа(ов)):

Понятие ЯМР. Спектры ЯМР ^1H . 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}C .

практическое занятие (2 часа(ов)):

Физическая основа ЯМР эксперимента. Релаксация и ее механизмы.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Спектроскопия ЯМР ^{13}C . Ядерный эффект Оверхаузера.

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

практическое занятие (2 часа(ов)):

Спектроскопия ЯМР ^{31}P , ^{13}C , ^{19}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)

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	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
8.	Тема 8. Физическая основа ЯМР эксперимента. Релаксация и ее механизмы. Спектроскопия ЯМР ¹³ C.	8	9-10	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
9.	Тема 9. Спектроскопия ЯМР ³¹ P, ¹³ C, ¹⁹ F.	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

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
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 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.

устный опрос, примерные вопросы:

Расшифровка спектров ЯМР ^1H , ^{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, 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 (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 $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_2$.

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 ^1H .
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}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 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.
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
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 ? 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 ? 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
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. Высокмолекулярные 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

электронная библиотечная система -

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 04.03.01 "Химия" и профилю подготовки Химия высокомолекулярных и элементоорганических соединений .

Автор(ы):

Салин А.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Собанов А.А. _____

"__" _____ 201__ г.