

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра органической химии**

Авторы-составители: **Байбародских Даниил Владимирович  
Шуров Сергей Николаевич**

Рабочая программа дисциплины

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ  
СОЕДИНЕНИЙ**

Код УМК 86163

Утверждено  
Протокол №2  
от «31» августа 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Физико-химические методы исследования органических соединений

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.04.01** Химия  
направленность Органическая химия

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Физико-химические методы исследования органических соединений** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**04.04.01** Химия (направленность : Органическая химия)

**ПК.3** Способен проводить экспериментальные работы и обрабатывать полученные данные в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов

#### **Индикаторы**

**ПК.3.2** Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	04.04.01 Химия (направленность: Органическая химия)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	36
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (4 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Физико-химические методы исследования органических соединений

#### Электронная (ультрафиолетовая - УФ) спектроскопия

**Введение. Электромагнитный спектр. Законы поглощения света. Способы изображения спектров поглощения**

Энергия фотонов ультрафиолетового и видимого диапазонов спектра достаточно высока (1,7—100 эВ или примерно от 100 до 730 нм)[1], чтобы перевести электроны органических молекул из основного состояния в возбужденное — со связывающей на разрыхляющие орбитали. Разность энергий между этими состояниями квантована, поэтому молекулы поглощают фотоны только строго определенной энергии.

**Связь электронных спектров и строения органических соединений. Хромофоры и ауксохромы**

В УФ-области поглощают все органические вещества. Как правило, «рабочая» область составляет интервал 190—730 нм, главным образом от 200 до 380 нм. В этих областях прозрачны оптические материалы для изготовления призм и кювет. Длины волн менее 190 нм (вакуумный ультрафиолет) менее удобен для работы, так как в этой области поглощают компоненты воздуха — кислород и азот. Поэтому для работы здесь используются специальные вакуумные камеры, что усложняет лабораторную практику, однако часто бывает незаменимым, например, при исследовании диэлектриков с большой величиной запрещенной зоны.

**Применение УФ спектроскопии в структурных исследованиях. Возможности и ограничения метода**

Необходимые для исследования количества вещества невелики — около 0,1 мг. В связи с этим УФ-спектроскопия является одним из наиболее распространенных физико-химических методов исследования органических и неорганических соединений.

#### Инфракрасная (колебательная - ИК) спектроскопия

**Колебательные уровни молекулы. Валентные и деформационные колебания**

Инфракрасная спектроскопия (колебательная спектроскопия, средняя инфракрасная спектроскопия, ИК-спектроскопия, ИКС) — раздел спектроскопии, изучающий взаимодействие инфракрасного излучения с веществами.

**ИК спектр и его основные параметры: пропускание, поглощение, волновое число**

При пропускании инфракрасного излучения через вещество происходит возбуждение колебательных движений молекул или их отдельных фрагментов. При этом наблюдается ослабление интенсивности света, прошедшего через образец. Однако поглощение происходит не во всём спектре падающего излучения, а лишь при тех длинах волн, энергия которых соответствует энергиям возбуждения колебаний в изучаемых молекулах. Следовательно, длины волн (или частоты), при которых наблюдается максимальное поглощение ИК-излучения, могут свидетельствовать о наличии в молекулах образца тех или иных функциональных групп и других фрагментов, что широко используется в различных областях химии для установления структуры соединений.

**Полосы поглощения основных функциональных групп в молекулах органических соединений**

Экспериментальным результатом в ИК-спектроскопии является инфракрасный спектр — функция интенсивности пропущенного инфракрасного излучения от его частоты. Обычно инфракрасный спектр содержит ряд полос поглощения, по положению и относительной интенсивности которых делается

вывод о строении изучаемого образца. Такой подход стал возможен благодаря большому количеству накопленной экспериментальной информации: существуют специальные таблицы, связывающие частоты поглощения с наличием в образце определённых молекулярных фрагментов. Созданы также базы ИК-спектров некоторых классов соединений, которые позволяют автоматически сравнивать спектр неизвестного анализируемого вещества с уже известными и таким образом идентифицировать это вещество.

### **Связь строения молекулы органического соединения и ее ИК спектра**

Инфракрасная спектроскопия является ценным аналитическим методом и служит для исследования строения органических молекул, неорганических и координационных, а также высокомолекулярных соединений. Основным прибором, используемым для подобных анализов, является инфракрасный спектрометр (дисперсионный или с преобразованием Фурье).

### **Применение ИК спектроскопии в структурных исследованиях. Возможности и ограничения метода**

Анализ сложных образцов стал возможен благодаря разработке новых техник инфракрасной спектроскопии: ИК-спектроскопии отражения, ИК-спектроскопии испускания и ИК-микроскопии. Кроме того инфракрасная спектроскопия была объединена с другими аналитическими методами: газовой хроматографией и термогравиметрией.

### **Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР) спектроскопия**

#### **Введение. Магнитные свойства ядер**

Спектроскопия ядерного магнитного резонанса, ЯМР-спектроскопия — спектроскопический метод исследования химических объектов, использующий явление ядерного магнитного резонанса. Наиболее важными для химии и практических применений являются спектроскопия протонного магнитного резонанса (ПМР-спектроскопия), а также спектроскопия ЯМР на ядрах углерода-13 (<sup>13</sup>C ЯМР-спектроскопия), фтора-19 (<sup>19</sup>F ЯМР-спектроскопия), фосфора-31 (<sup>31</sup>P ЯМР-спектроскопия).

#### **Спектроскопия <sup>1</sup>H ЯМР. Магнитное экранирование и химические сдвиг протонов.**

#### **Спин-спиновое взаимодействие. Полуэмпирические соотношения между строением молекулы и химическим сдвигом протонов. Спиновые системы. Классификация**

Подобно инфракрасной спектроскопии, ЯМР выявляет информацию о молекулярном строении химических веществ. Однако, он обеспечивает более полную информацию, чем ИС, позволяя изучать динамические процессы в образце — определять константы скорости химических реакций, величину энергетических барьеров внутримолекулярного вращения. Эти особенности делают ЯМР-спектроскопию удобным средством как в теоретической органической химии, так и для анализа биологических объектов.

#### **Спектроскопия <sup>13</sup>C ЯМР. Шкала химических сдвигов ядер <sup>13</sup>C**

В зависимости от местного электронного окружения разные протоны в молекуле резонируют на слегка отличающихся частотах. Так как и это смещение частоты, и основная резонансная частота прямо пропорциональны величине индукции магнитного поля, то это смещение преобразуется в независимую от магнитного поля безразмерную величину, известную как химический сдвиг. Химический сдвиг определяется как относительное изменение относительно некоторых эталонных образцов. Частотный сдвиг экстремально мал в сравнении с основной ЯМР частотой. Типичный сдвиг частоты равен 100 Гц, тогда как базовая ЯМР частота имеет порядок 100 МГц. Таким образом, химический сдвиг часто выражается в частях на миллион (ppm). Для того чтобы обнаружить такое маленькое различие частоты,

приложенное магнитное поле должно быть постоянным внутри объема образца.

Так как химический сдвиг зависит от химического строения вещества, он применяется для получения структурной информации о молекулах в образце. К примеру, спектр для этанола ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) дает 3 отличительных сигнала, то есть 3 химических сдвига: один для группы  $\text{CH}_3$ , второй для  $\text{CH}_2$ -группы и последний для  $\text{OH}$ . Типичный сдвиг для  $\text{CH}_3$ -группы примерно равен 1 ppm, для  $\text{CH}_2$ -группы присоединенной к  $\text{OH}$  — 4 ppm и  $\text{OH}$  примерно 2—3 ppm.

Из-за молекулярного движения при комнатной температуре сигналы 3 метиловых протонов усредняются в течение ЯМР процесса, который длится лишь несколько миллисекунд. Эти протоны вырождаются и формируют пики при том же химическом сдвиге. Программное обеспечение позволяет проанализировать размер пиков для того, чтобы понять, как много протонов дает вклад в эти пики.

### **Двумерная ЯМР спектроскопия**

Наиболее полезную информацию для определения структуры в одномерном ЯМР-спектре даёт так называемое спин-спиновое взаимодействие между активными ЯМР ядрами. Это взаимодействие возникает в результате переходов между различными спиновыми состояниями ядер в химических молекулах, что приводит к расщеплению сигналов ЯМР. Это расщепление может быть простым и сложным и, как следствие, его либо просто интерпретировать, либо оно может запутать экспериментатора.

Это связывание обеспечивает детальную информацию о связях атомов в молекуле.

### **Спектроскопия $^{19}\text{F}$ , $^{31}\text{P}$ ЯМР**

Простое спин-спиновое взаимодействие предполагает, что константа взаимодействия мала в сравнении с разницей в химических сдвигах между сигналами. Если разность сдвигов уменьшается (или константа взаимодействия увеличивается), интенсивность мультиплетов образцов искажается, становится более сложной для анализа (особенно если система содержит более 2 спинов). Однако в мощных ЯМР-спектрометрах искажения обычно умеренные и это позволяет легко интерпретировать связанные пики.

Эффекты второго порядка уменьшаются с увеличением разницы частоты между мультиплетами, поэтому высокочастотный ЯМР спектр показывает меньшее искажение, чем низкочастотный спектр.

### **Использование спектроскопии ЯМР для установления строения молекул органических соединений**

Большинство последних инноваций в ЯМР спектроскопии сделаны в так называемой ЯМР спектроскопии белков, которая становится очень важной техникой в современной биологии и медицине. Общей задачей является получение 3-мерной структуры белка в высоком разрешении, подобно изображениям, получаемым в рентгеновской кристаллографии. Из-за присутствия большого числа атомов в белковой молекуле в сравнении с простым органическим соединением, базовый  $^1\text{H}$  спектр переполнен перекрывающимися сигналами, поэтому прямой анализ спектра становится невозможным. Поэтому были разработаны многомерные техники, чтобы решить эту проблему.

Чтобы улучшить результаты этих экспериментов, применяют метод меченых атомов, используя  $^{13}\text{C}$  или  $^{15}\text{N}$ . Таким образом становится возможным получить 3D-спектр белкового образца, что стало прорывом в современной фармацевтике. В последнее время получают распространение методики (имеющие как преимущества, так и недостатки) получения 4D-спектров и спектров большей размерности, основанные на методах нелинейного семплирования с последующим восстановлением сигнала спада свободной

индукции с помощью специальных математических методик.

## **Масс-спектрометрия**

**Введение. Физические основы масс-спектрометрического распада. Электронные удар. Молекулярный и фрагментные ионы. Азотное, четон-элетронное правила, Правило Стивенса-Одье**

Масс-спектрометрия (масс-спектроскопия, масс-спектрография, масс-спектральный анализ, масс-спектрометрический анализ) — метод исследования вещества, основанный на определении отношения массы к заряду ионов, образующихся при ионизации представляющих интерес компонентов пробы. Один из мощнейших способов качественной идентификации веществ, допускающий также и количественное определение. Можно сказать, что масс-спектрометрия — это «взвешивание» молекул, находящихся в пробе.[1][2]

История масс-спектрометрии ведётся с основополагающих опытов Дж. Дж. Томсона в начале XX века. Окончание «-метрия» в названии метода появилось после повсеместного перехода от детектирования заряженных частиц при помощи фотопластинок к электрическим измерениям ионных токов.

### **Основные типы распада органических соединений под действием элеткронного удара**

Особенно широкое применение масс-спектрометрия находит в анализе органических веществ, поскольку обеспечивает уверенную идентификацию как относительно простых, так и сложных молекул. Единственное общее требование — чтобы молекула поддавалась ионизации. Однако к настоящему времени придумано столько способов ионизации компонентов пробы, что масс-спектрометрию можно считать практически всеохватным методом.

### **Масс-спектрометрический распад основных классов органических соединений.**

**Углеводороды, галогеналканы, галогенарены, спирты, фенолы, простые эфиры. карбоновые кислоты и их производные, нитросоединения, амины**

Почти все масс-спектрометры — это вакуумные приборы, поскольку ионы очень нестабильны в присутствии посторонних молекул. Однако существуют некоторые приборы, которые можно условно отнести к масс-спектрометрам, но в которых используется не вакуум, а поток особого чистого газа.[3] Масс-спектр — это зависимость интенсивности ионного тока (количества вещества) от отношения массы к заряду (природы вещества). Поскольку масса любой молекулы складывается из масс составляющих её атомов, масс-спектр всегда дискретен, хотя при низком разрешении масс-спектрометра пики разных масс могут перекрываться или даже сливаться. Природа анализируемого вещества, особенности метода ионизации и вторичные процессы в масс-спектрометре могут влиять на масс-спектр (см. метастабильные ионы, градиент ускоряющего напряжения по местам образования ионов, неупругое рассеивание). Так, ионы с одинаковыми отношениями массы к заряду могут оказаться в разных частях спектра и даже сделать часть его непрерывным.

### **Основные правила и подходы к интерпретации масс-спектров**

Большинство небольших молекул при ионизации приобретает только один положительный или отрицательный заряд. Чем больше молекула, тем больше вероятность того, что во время ионизации она превратится в многозарядный ион. Поэтому особенно сильно данный эффект проявляется в отношении крайне больших молекул, например, белков, нуклеиновых кислот и полимеров. При некоторых видах ионизации (например, электронный удар) молекула может распадаться на несколько характерных частей, что даёт дополнительные возможности идентификации и исследования структуры неизвестных веществ.



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

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Ионин Б. И., Ершов Б. А. ЯМР-спектроскопия в органической химии/Б. И. Ионин, Б. А. Ершов ; ред. Э. Т. Липпмаа.-Ленинград:Химия,1967.-326.

### Дополнительная:

1. ЯМР- и ЭПР- спектроскопия. (Радиоспектроскопия ядерного магнитного и электронного парамагнитного резонанса/пер. А. У. Степанянц ; ред. Л. Л. Декабрун.-Москва:Мир,1964.-336.- Библиогр.: с. 305-336

2. Габуда С. П.,Козлова С. Г. Неподделенные электронные пары и химическая связь в молекулярных и ионных кристаллах:мультиядерная ЯМР-спектроскопия, магнетохимия, электронные корреляционные взаимодействия и релятивистские эффекты/С.П. Габуда, С.Г. Козлова.-Новосибирск:Изд-во Сибирского отделения Российской академии наук,2009, ISBN 978-5-7692-1080-8.-164.-Библиогр. в конце гл.. - Предм. указ. данных ЯМР на различных ядрах: с. 158-159

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Физико-химические методы исследования органических соединений** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Лекционные занятия - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа - аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Физико-химические методы исследования органических соединений**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.3**

**Способен проводить экспериментальные работы и обрабатывать полученные данные в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов**

<b>Индикатор</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.3.2</b> Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации</p>	<p>Знать: теоретические основы традиционных и новых разделов химии Уметь: проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках Владеть: теорией и навыками практической работы в избранной области химии</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> не знает: теоретические основы традиционных и новых разделов химии не умеет: проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках не владеет: теорией и навыками практической работы в избранной области химии</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> знает: теоретические основы традиционных и новых разделов химии не умеет: проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках не владеет: теорией и навыками практической работы в избранной области химии</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> знает: теоретические основы традиционных и новых разделов химии умеет: проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках не владеет: теорией и навыками практической работы в избранной области химии</p> <p align="center"><b>Отлично</b> знает: теоретические основы традиционных</p>

<b>Индикатор</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>и новых разделов химии умеет: проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках владеет: теорией и навыками практической работы в избранной области химии</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 12/36/96

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.3.2</b> Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации	Спектроскопия <sup>1</sup> H ЯМР. Магнитное экранирование и химические сдвиг протонов. Спин-спиновое взаимодействие. Полуэмпирические соотношения между строением молекулы и химическим сдвигом протонов. Спиновые системы. Классификация <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в области электронной (ультрафиолетовая - УФ) спектроскопии, инфракрасной (колебательная - ИК) спектроскопии
<b>ПК.3.2</b> Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации	Введение. Физические основы масс - спектрометрического распада. Электронные удар. Молекулярный и фрагментные ионы. Азотное, четон-элетронное правила, Правило Стивенса-Одье <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в области спектроскопии ядерного магнитного резонанса (ЯМР) спектроскопия

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.3.2</b> Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации	Итоговый контроль <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в области масс-спектрометрии

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

**Спектроскопия 1Н ЯМР. Магнитное экранирование и химические сдвиг протонов. Спин-спиновое взаимодействие. Полуэмпирические соотношения между строением молекулы и химическим сдвигом протонов. Спиновые системы. Классификация**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Верное решение 3го задания контрольной работы	10
Верное решение 4го задания контрольной работы	10
Верное решение 1го задания контрольной работы	5
Верное решение 2го задания контрольной работы	5

**Введение. Физические основы масс - спектрометрического распада. Электронные удар. Молекулярный и фрагментные ионы. Азотное, четон-элетронное правила, Правило Стивенса-Одье**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Верное решение 3го задания контрольной работы	10
Верное решение 4го задания контрольной работы	10
Верное решение 1го задания контрольной работы	5
Верное решение 2го задания контрольной работы	5

### **Итоговый контроль**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
------------------------------	--------------



Верное решение 1го задания контрольной работы	10
Верное решение 4го задания контрольной работы	10
Верное решение 3го задания контрольной работы	10
Верное решение 2го задания контрольной работы	10